



TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application No.	10/717,799
Filing Date	November 19, 2003
First Named Inventor	Kwang Jae Lim
Art Unit	
Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	2
Attorney Docket Number	51876P417

ENCLOSURES (check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input type="checkbox"/> PTO/SB/08 <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Basic Filing Fee <input type="checkbox"/> Declaration/POA <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <div>Request for Priority Return Postcard</div>
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139 BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN LLP
Signature	
Date	1/8/04

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Typed or printed name	Kelly Walsh		
Signature		Date	1/8/04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KWANG JAE LIM, ET AL.

Application No.: 10/717,799

Filed: November 19, 2003

For: **Adaptive Packet Transmission
Method for Transmitting Packets In
Multibeam Satellite Communication
System**



Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application,
namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	2002-72200	20 November 2002

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

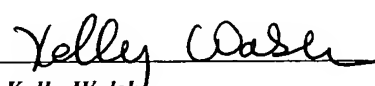
Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 1/8/04
Eric S. Hymah, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.


Kelly Walsh

1/8/04
Date



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0072200
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 11월 20일
Date of Application NOV 20, 2002

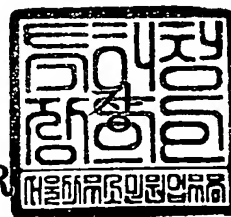
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 11 월 14 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【창조번호】	0002
【제출일자】	2002.11.20
【발명의 명칭】	다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에서의 적응형 패킷 전송 방법
【발명의 영문명칭】	Method for adaptive packet transmission in a multibeam satellite communication system
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박정후
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	임광재
【성명의 영문표기】	LIM,Kwang Jae
【주민등록번호】	701027-1489912
【우편번호】	302-122
【주소】	대전광역시 서구 둔산2동 샘머리아파트 102-701
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김수영
【성명의 영문표기】	KIM,Soo Young
【주민등록번호】	670414-2690316
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 123-1403
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

오덕길

【성명의 영문표기】

OH, Deock Gil

【주민등록번호】

571128-1177310

【우편번호】

302-120

【주소】

대전광역시 서구 둔산동 한마루 아파트 6-601

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
특허법인 신성 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

49 면 49,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

18 항 685,000 원

【합계】

763,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

381,500 원

【기술이전】**【기술양도】**

희망

【실시권 허여】

희망

【기술지도】

희망

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에서의 적응형 패킷 전송 방법에 관한 것으로서, 다양한 전송률 제공과 유연성 있는 무선 자원 배분을 위해 전송 프레임 주파수슬롯/시간슬롯/확산코드의 3차원적으로 분할하여 사용하는 패킷 전송 할당과 각 사용자의 패킷 전송을 위한 무선 자원 할당에 있어 타 패킷 전송에 대한 간섭을 최소화 하기 위해 채널 상태에 따라 적정 전송 전력을 할당하며, 사용자 요구 사항과 채널 상태에 따른 적절한 자원 할당을 한정된 시간 내에 수행할 수 있고, 실시간 서비스와 비실시간 서비스 모두를 지원할 수 있으며, 채널 상태에 따라 사용 가능한 무선 자원이 변화하는 한정된 무선 자원을 효율적으로 활용하기 위해 다양한 전송률을 갖는 패킷 전송 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 그 목적이 있으며, 사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔으로부터 전송되는 각 파일럿 신호에 대해 측정된 평균 수신 강도를 주기적으로 보고 받는 제1단계; 상기 파일럿 신호의 평균 수신 강도를 바탕으로 근접 섹터/빔과 상기 사용자 단말 사이의 전송 경로 이득을 추정하는 제2단계; 각 사용자를 위한 패킷 전송의 우선 순위를 결정하는 제3단계; 상기 제3단계에서 결정된 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷의 전송을 위해 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 최소의 전력이 요구되는 섹터/빔과 전송 프레임의 무선 자원을 선택하고, 선택된 무선 자원에서 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 최소의 전력을 할당하는 제4단계; 및 사용 가능한 무선 자원과 전송 전력이 부족하거나,

할당할 패킷이 있으면 상기 제3단계로 진행하는 제5단계를 포함하고, 다중빔 위성통신시스템 등에 이용됨.

【대표도】

도 3

【색인어】

셀룰러 이동 통신 시스템, 다중빔 위성, 패킷 전송, 패킷 스케줄링, 무선 자원 할당, 적응형 전송

【명세서】**【발명의 명칭】**

다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에서의 적응형 패킷 전송 방법{Method for adaptive packet transmission in a multibeam satellite communication system}

【도면의 간단한 설명】

도1은 본 발명이 적용되는 다중빔(Multibeam) 위성을 이용한 셀룰러 이동위성통신 시스템의 구성예시도.

도2는 일반적인 시간/주파수/코드 영역의 3차원으로 구성된 전송 프레임의 일실시에 설명도.

도3은 본 발명에 따른 중앙 제어국의 일실시에 구성도.

도4는 본 발명에 따른 사용자 이동국의 일실시에 구성도.

도5는 본 발명에 따른 패킷 전송 할당 과정을 나타낸 일실시에 흐름도.

도6은 본 발명에 따른 예약 할당 방식에 의한 패킷 전송 할당 과정을 나타낸 일실시에 흐름도.

도7은 본 발명에 따른 공유 할당 방식에 의한 무선 자원 할당 과정을 나타낸 일실시에 흐름도.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

301 : 전송 패킷 302 : 패킷 큐

303 : 패킷 송신부 304 : 패킷 전송 할당부

305 : 송신기 306 : 패킷 수신부

307 : 수신기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <13> 본 발명은 다중빔 위성통신 시스템의 순방향 링크를 통해 데이터 패킷을 전송하는데 있어 각 패킷 전송에 대해 무선 자원, 전송 방식, 전송 전력을 할당하는 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 관한 것이다.
- <14> 일반적인 IS-95(Industry Standard-95)와 GSM(Group Special Mobile)과 같이 기지국을 중심으로 이동 사용자에게 통신 서비스를 제공하는 제2 세대 지상 셀룰러 이동 통신 시스템은 음성 통화에 대한 서비스 제공을 주 목적으로 하여 회선 교환(Circuit-Switched) 방식을 사용하고 있다.
- <15> 회선 교환 방식은 각 사용자에게 대해 고정적인 주파수대역, 시간슬롯, 또는 확산코드 등을 사용하는 무선 링크를 형성함으로써 서비스를 제공하는 것을 특징으로 하고 있다.
- <16> 각 사용자 서비스를 위한 무선 자원은 초기 서비스 형성 시에 시스템에 의해 결정되고, 서비스가 종료될 때까지 할당된 자원은 배타적으로 해당 사용자의 서비스 만을 위해서 사용된다. 그러나, 이러한 회선 교환 방식은 인터넷 서비스와 같이 간헐적인 트래픽 특성을 갖는 패킷 전송 서비스에는 적합하지 않다. 패킷 트래픽은 항상 일정한 양의 데이터를 발생하지 않고 시간에 따라 전송해야 할 데이터 양이 변화할 뿐만 아니라, 어느 순간에는 어떠한 데이터도 발생하지 않을 수 있다. 이러한 패킷 서비스를 회선 교환 방식으로 무선 링크를 형성하여 서비스를 제공

할 경우, 해당 링크를 위해 할당된 무선 자원은 시간에 따른 트래픽 양의 변화에 따라 부족하거나 남을 수도 있으며, 어느 순간에는 사용되지 않을 수도 있다.

<17> 음성 서비스는 물론 패킷 서비스를 포함한 다양한 멀티미디어 서비스 제공을 목적으로 하고 있는 3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)의 W-CDMA(Wideband - Code Division Multiple Access) 시스템과 3GPP2(The 3rd Generation Partnership Project 2)의 cdma2000과 같은 제3세대 이동통신시스템에서는, 회선 교환 방식의 무선 링크 형성 방법과 동시에, 패킷 서비스에 적합한 패킷 교환(Packet-Switched) 방식으로 무선 링크를 형성하는 방식을 제공하고 있다.

<18> 패킷 교환 방식에서 무선 자원은 서비스 중에 있는 사용자들에 의해 공유되고, 무선 자원은 각 사용자를 위한 실질적인 패킷 전송이 있을 때에만 사용된다. 따라서, 패킷 교환 방식은 통계적 다중화(Statistical Multiplexing)라는 특성에 의해 시스템 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 하며, 결국 시스템의 전송 용량을 증가시킨다. 이러한 패킷 교환 방식에서, 한정된 무선 자원을 각 패킷 전송을 위해 적절히 배분하고 할당하는 방법은 자원의 효율적인 활용이라는 측면에서 매우 중요하다.

<19> 3GPP2의 1xEV DO(1xEvolved Data Only)는 대역 효율을 높이기 위해 패킷 교환 방식을 채택한 대표적인 패킷 서비스 전용 시스템이다(Paul Bender, et al., CDMA/HDR: A bandwidth-efficient high-speed wireless data service for nomadic users, IEEE Communication Magazine, July 2000). 순방향 링크에서 각 사용자에게 전달되는 패킷들은 시분할(time division multiplexing) 방식으로 시간 슬롯 별로 다중화되어 전송된다. 각 시간 슬롯에서 패킷은 항상 기지국에서 사용 가능한 최대 전력으로 전송된다. 각 사용자는 각 시간 슬롯의 중앙 부분에 삽입되어 전송되는 파일럿 심볼들에 대한 수신 신호대 간섭비를 측정하고, 미

리 정해진 전송률 테이블에서 현재 상태에 적절한 전송률을 선택하여 기지국에 보고한다. 기지국은 각 사용자로부터 선택된 전송률을 기반으로 전송 패킷에 대한 스케줄링을 수행하고 선택된 슬롯에서 선택된 전송률로 패킷을 전송한다. 서로 다른 심볼 반복 회수, 변조 방식(modulation type), 부호화율(code rate)에 의해 12가지의 패킷 전송률을 지원한다. 3GPP2의 1xEV DO에서 항상 최대 전력으로 패킷을 전송하기 때문에, 순방향 링크에 대한 전력 제어를 수행하지 않아도 된다는 이점을 가진다.

<20> 그러나, 최대 전력 사용으로 이미 충분히 채널 상태가 좋은 사용자에게 필요 이상의 전력을 사용할 수 있고, 이로써 근접 셀의 사용자들에게 필요 이상의 간섭을 유발할 수 있다는 문제점이 있었다.

<21> 또한, 하나의 고속 패킷 서비스를 위한 기술로 3GPP에서 개발 중인 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 방식이 있다(3GPP TS 25.211, TS 25.212, TS 25.213, TS 25.214 Release 5, 2002). HSDPA에서는 시분할(Time-Division)된 각 슬롯에서 다중 코드에 의해 동시에 여러 사용자를 위한 패킷 전송을 제공할 수 있도록 하고 있으며, 각 사용자는 HSDPA 채널의 수신 전력 강도와 간섭 전력을 측정하여 자신에게 수신 가능한 전송률과 전송 방식을 선정하여 기지국에 보고하도록 하고 있다. 사용자가 현재의 수신 신호 품질을 측정하여 보고하여 이를 바탕으로 패킷 전송을 수행한다 하더라도, 다음 패킷 전송에서 동일한 간섭량이 유지되지 않을 수 있다. 간섭량은 동일 셀이나 근접 셀에서 패킷 전송을 위해 사용한 전송 전력에 따라 다르며, 이는 사용자로부터의 이전 측정 보고에서는 고려되지 않은 것이다.

<22> 순방향 링크에서 사용 전력과 간섭은 시스템 용량에 직접적인 영향을 미치며, 따라서 각 사용자에게 적절히 사용되어야 한다. 지상 셀룰러 시스템의 경우, 일반적으로 전송 손실은 d^3 또는 d^4 (여기서, d 는 기지국으로부터 사용자까지의 거리)의 거리에 따른 비례 관계를 가지고 있으

며, 기지국으로부터 멀어질수록 전송 손실은 지수적으로 증가한다. 이 경우, 상대적으로 전송 손실이 매우 적은 기지국 근처의 사용자에게 높은 전력으로 전송한다 하더라도 다른 근접 셀의 사용자에게 미치는 간섭은 작아질 수 있다. 그러나, 다중빔 위성 시스템의 경우, 셀(즉, 빔) 중심과 셀 경계에서의 전송 손실의 차이는 거리에 지수적으로 비례하지 않고 빔 패턴에 따라 단순히 수 dB의 차이를 보인다. 이러한 경우, 근접 빔으로부터의 강한 신호는 매우 심각한 간섭을 초래한다.

<23> 또한, 비실시간 패킷 서비스 이외에, 음성 또는 비디오 전송과 같은 실시간 멀티미디어 서비스는 특정 시간 내에 패킷이 전달되어야 하는 사용자 서비스 요구 사항(QoS: Quality of Service)이 존재한다. 이와 같은 지연에 민감한 서비스에 대해서 3GPP2의 IxEV DO와 3GPP의 HSDPA 방식은 요구되는 QoS를 보장할 수 없다는 문제점이 있었다.

<24> 한편, 인터넷과 멀티미디어 서비스의 발달로 사용자들은 수 kbit/s에서부터 수 십 Mbit/s의 다양하면서 동시에 고속 서비스 전송률을 요구하고 있다. 이를 지원하기 위해서는 미국특허 "US 6,018,528(System and method for optimizing spectral efficiency using time-frequency-code slicing)"에서와 같이 넓은 대역폭을 효율적으로 분할하여 사용하여야 한다. 임의의 프레임 시간에서의 전송 매체는 주파수대역/시간슬롯, 주파수대역/확산코드, 시간슬롯/확산코드에 의한 2차원적으로, 또는 주파수대역/시간슬롯/확산코드에 의한 3차원적으로 분할하여 사용함으로써, 다양한 전송률을 지원하면서 전송 매체를 효율적으로 사용할 수 있다. 이때, 각 사용자의 패킷을 전송하기 위해 분할된 자원 중에서 사용될 자원의 위치와 양을 결정하는 것은 시스템의 전송률을 높이는데 있어서 매우 중요하다. 그러나, 미국특허 "US 6,018,528"에서는 무선 자원 할당 방법에 대해 구체적으로 제시하지 않고 있다. 더욱이, 서로 다른 채널 환경에 처한 각 사용자들에 대해 전송 매체의 분할된 무선 자원과 전송 전력을 적절히 배분하여, 시스템의 전송 효

율을 최대화하는 것은 매우 복잡한 문제가 되어 임의의 한정된 시간 내에 해결될 수 없다(Jens Znader and Seong-Lyun Kim, Radio Resource Management for Wireless Networks, Artech House Publisher, 2001).

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 제안된 것으로, 다양한 전송률 제공과 유연성 있는 무선 자원 배분을 위해 전송 프레임을 주파수슬롯/시간슬롯/확산코드의 3차원적으로 분할하여 사용하는 패킷 전송 할당과 각 사용자의 패킷 전송을 위한 무선 자원 할당에 있어 타 패킷 전송에 대한 간섭을 최소화 하기 위해 채널 상태에 따라 적정 전송 전력을 할당하며, 사용자 요구 사항과 채널 상태에 따른 적절한 자원 할당을 한정된 시간 내에 수행할 수 있고, 실시간 서비스와 비실시간 서비스 모두를 지원할 수 있으며, 채널 상태에 따라 사용 가능한 무선 자원이 변화하는 한정된 무선 자원을 효율적으로 활용하기 위해 다양한 전송률을 갖는 패킷 전송 방법과 상기 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 방법은, 다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에서의 적응형 패킷 전송 방법에 있어서, 사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔으로부터 전송되는 각 파일럿 신호에 대해 측정된 평균 수신 강도를 주기적으로 보고 받는 제1단계; 상기 파일럿 신호의 평균 수신 강도를 바탕으로 근접 섹터/빔과 상기 사용자 단말 사이의 전송 경로 이득을 추정하는 제2단계; 각 사용자를 위한 패킷 전송의 우선 순위를 결정하는 제3단계;

상기 제3단계에서 결정된 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷의 전송을 위해 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 최소의 전력이 요구되는 섹터/빔과 전송 프레임의 무선 자원을 선택하고, 선택된 무선 자원에서 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 최소의 전력을 할당하는 제4단계; 및 사용 가능한 무선 자원과 전송 전력이 부족하거나, 할당할 패킷이 있으면 상기 제3단계로 진행하는 제5단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<27> 한편, 본 발명은 적응형 패킷 전송을 위한 다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에, 사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔으로부터 전송되는 각 파일럿 신호에 대해 측정된 평균 수신 강도를 주기적으로 보고 받는 제1기능; 상기 파일럿 신호의 평균 수신 강도를 바탕으로 근접 섹터/빔과 상기 사용자 단말 사이의 전송 경로 이득을 추정하는 제2기능; 각 사용자를 위한 패킷 전송의 우선 순위를 결정하는 제3기능; 상기 제3기능에서 결정된 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷의 전송을 위해 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 최소의 전력이 요구되는 섹터/빔과 전송 프레임의 무선 자원을 선택하고, 선택된 무선 자원에서 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 최소의 전력을 할당하는 제4기능; 및 사용 가능한 무선 자원과 전송 전력이 부족하거나, 할당할 패킷이 있으면 상기 제3기능으로 진행하는 제5기능을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

<28> 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

- <29> 도1은 본 발명이 적용되는 다중빔(Multibeam) 위성을 이용한 셀룰러 이동위성통신 시스템의 구성예시도이다.
- <30> 도면에서, "101"은 지구국, "102"는 다중빔 위성, "103"은 이동국, "104"는 셀, 그리고 "105"는 지상망을 각각 나타낸다.
- <31> 다중빔(Multibeam) 위성을 이용한 셀룰러 이동위성통신 시스템은 기지국을 중심으로 한 지상 셀룰러 이동통신 시스템과 마찬가지로, 다중빔에 의해 서비스 지역이 여러 셀(104)로 분할되어 서비스되고, 각 사용자(이동국)(103)는 사용자(이동국)(103)가 위치한 지역에 대해 서비스를 제공하는, 다시말해서 사용자(이동국)(103)가 속한 빔을 통해 다중빔 위성(102)과 통신 링크를 형성한다.
- <32> 다중빔 위성(102)은 사용자(이동국)(103)와 지구국(101) 사이의 통신을 중계하는 역할을 수행하고, 지구국(101)은 지상망(105) 또는 인터넷으로 연결되는 관문국(gateway)의 역할을 수행한다. 또한, 지구국(101)은 중앙 제어국으로써 위성을 통한 사용자 서비스의 연결, 유지, 해제 등의 위성망 제어를 수행한다.
- <33> 지상망(105)으로부터의 서비스는 지구국(101)-다중빔 위성(102)-사용자(이동국)(103)로 연결되는 순방향 링크(forward link)를 통해 사용자에게 전달되고, 사용자(이동국)(103)의 신호는 사용자(이동국)(103)-다중빔 위성(102)-지구국(101)으로 연결되는 역방향 링크(reverse link)를 통해 지구국(101)을 거쳐 지상망(105)으로 연결된다.
- <34> 상기 도1의 구성에서 다중빔 위성(102)이 신호처리 및 호 처리 능력을 가진 경우에 다중빔 위성(102)이 중앙 제어국의 역할을 수행할 수 있다. 이 경우에는 중앙 제어국과 사용자 사이의 정보 교환을 위해 소요되는 시간이 감소될 수 있다.

- <35> 다중빔 위성 시스템에서는 중앙 제어국 역할을 지구국(101) 또는 다중빔 위성(102)에서 수행하도록 설계할 수 있으며, 이하의 설명에서는 구분 없이 패킷 전송 할당을 수행하는 중앙국으로 설명한다.
- <36> 도1에서 모든 빔의 신호는, 모든 셀(104)에서 동일 주파수를 재사용하는 CDMA (Code Division Multiple Access) 시스템에서와 같이, 확산코드에 의한 확산 전송으로 동일한 시스템 대역폭을 공유한다.
- <37> 사용자(이동국)(103)에서의 신호 수신 시에 동기 및 복조를 용이하게 하고 각 빔의 신호 구분을 위해 각 빔은 고유한 파일럿 신호를 전송한다.
- <38> 각 빔의 신호는 CDMA 셀룰러 시스템에서와 같이 서로 다른 PN(Pseudo Noise) 스크램블링 (Scrambling) 코드를 사용하여 전송될 수 있고, 이 경우 각 빔은 동일한 시간과 대역폭에서 동일한 직교 확산코드(Orthogonal Spreading Code)의 집합을 모두 재사용할 수 있다. 또한, 각 빔의 신호는 모든 빔이 동일한 PN 스크램블링 코드를 사용하거나 또는 스크램블링 코드를 사용하지 않고, 동일한 직교 확산코드의 집합을 공유할 수 있다.
- <39> 각 빔에서 서로 다른 PN 코드를 사용하는 시스템의 경우, PN 코드의 상관성(correlation property)에 따라 빔 신호들 사이의 간섭이 발생한다. 반대로, 빔간에 동일한 PN 코드와 직교 확산코드를 공유하는 시스템의 경우, 근접 빔들에서 서로 다른 확산코드를 사용함으로써 빔 신호 사이의 간섭은 확산코드의 직교성(Orthogonality)에 의해 최소화 할 수 있으나, 각 빔에서 사용 가능한 확산코드의 수가 제한된다. 따라서, 이 경우에는 동일 확산코드를 근접하지 않은 빔에서 재사용하도록 한다.

- <40> 본 발명에 따른 패킷 전송 할당 방법은 위에서 설명한 두 가지 시스템 구성 모두에 적용될 수 있다.
- <41> 도2는 일반적인 시간/주파수/코드 영역의 3차원으로 구성된 전송 프레임의 일실시에 설명도로써, 순방향 링크에서 패킷 전송을 위해 사용되는 전송 매체를 주파수슬롯/시간슬롯/확산코드의 3차원 영역으로 분할한 경우를 도시한 것이다.
- <42> 각 빔으로부터 전송되는 신호는 일정한 시간 길이를 갖는 프레임으로 구성되어 전송되고, 프레임은 다시 일정 길이의 슬롯으로 구분된다. 광대역 고속 전송과 다중 경로 페이딩에 대한 대처를 위해 빔 신호는 다중 반송파를 통해 전송되고, 전체 신호는 일정 주파수 대역폭을 갖는 다수의 부반송파들로 구성된다.
- <43> 주파수 영역에서의 부 반송파들은 일정 수를 그룹화 한 주파수 슬롯으로 구분된다. 또한, 패킷을 구성하는 각 전송 심볼은 확산코드에 의해 확산 전송된다.
- <44> 이와 같이 순방향 링크의 각 프레임은 주파수 영역에서의 주파수슬롯, 시간 영역에서의 시간슬롯, 코드 영역에서의 확산코드에 의해 3차원적으로 분할되고, 하나의 주파수슬롯/시간슬롯/확산코드의 조합은 하나의 단위 무선 자원(Radio Resource Unit, RRU)로 정의된다. 또한, 각 패킷은 하나 또는 다수의 단위 무선 자원을 이용하여 전송된다.
- <45> 중앙국의 패킷 전송 할당 알고리즘은 각 패킷 전송을 위한 적절한 단위 무선 자원, 전송 방식과 전송 전력을 설정하는 역할을 수행한다.
- <46> 각 빔의 파일럿 신호는 프레임 내에서 패킷 전송에 사용되지 않는 다른 부반송파들을 통해 전송될 수 있고, 또는 패킷 전송에 사용되는 동일한 부반송파에서 주기적으로 삽입될 수 있다. 사용자는 일정 수신 강도 이상을 갖는 빔 파일럿 신호에 대한 수신 전력강도와 수신신호 대 잡

음 및 간섭비(Signal-to-Noise-and-Interference Ratio, 이하 신호대 간섭비 또는 SIR)를 측정하고, 주기적으로 역방향 링크의 신호를 통해 중앙국에 보고한다.

<47> 중앙국은 보고된 파일럿 측정 자료를 바탕으로, 각 사용자 패킷 전송을 위해 사용될 빔과 무선 자원을 할당한다.

<48> 도3은 본 발명에 따른 중앙 제어국의 일실시에 구성도로서, 지상의 지구국 또는 위성에서 수행되는 중앙 제어국의기능을 무선 자원할당 측면을 중심으로 도시한 것이다.

<49> 지상망으로부터 발생된 전송 패킷(301)은 중앙 제어국에 도착하여 각 서비스에 해당되는 패킷 큐(queue)(302)에 수집된다. 여기서, 패킷은 사용자 서비스 데이터를 포함하거나, 망과의 시그널링을 위한 제어 데이터를 포함할 수 있다.

<50> 패킷 송신부(303)는 패킷 스케줄링과 ARQ(Automatic Retransmission reQuest)을 포함하는 데이터 링크 계층의 기능을 수행한다.

<51> 패킷 전송 할당부(304)는 도착된 패킷들의 전송 순서를 결정하고, 각 패킷들을 위해 빔, 무선 자원, 전송 전력, 전송 방식을 결정하여 송신기(305)에 전달한다.

<52> 송신기(305)는 패킷 전송 할당 부의 지시에 따라 각 패킷을 선택된 빔, 무선 자원, 전송 전력, 전송 방식을 사용하여 전송한다. 이때, 송신기(305)는 빔 파일럿 신호와 각 사용자에게 패킷 전송을 알리는 제어 메시지를 함께 전송한다.

<53> 제어 메시지는 패킷 전송과 다른 무선 자원을 사용하여 전송될 수 있고, 패킷의 앞 부분에 첨가되어 전송될 수 있다.

<54> 한편, 수신기(307)는 역방향 링크를 통해 각 사용자 이동국으로부터 전송되는 측정 보고 메시지와 이동국으로부터 전송된 데이터 패킷을 수신한다. 패킷 수신부(306)는 각 이동국의 측정

보고 메시지를 패킷 전송 할당부(304)에 전달하여, 패킷 전송 할당부가 순방향 링크에서의 패킷 전송 할당을 수행할 때 사용되는 각 사용자에게 대한 전송 경로 이득을 추정할 수 있도록 한다. 또한, 패킷 수신부는 각 사용자로부터 수신된 데이터 패킷에 대해 데이터 링크 계층 기능을 수행하고, 상위 계층의 기능을 수행할 수 있도록 수신 패킷 큐에 저장되거나, 지상망에 전달된다.

- <55> 도4는 본 발명에 따른 사용자 이동국의 일실시에 구성도로서, 지상의 지구국 또는 위성에서 수행되는 중앙 제어국의 기능을 사용자 단말에서 수행되는 기능을 나타낸 것이다.
- <56> 사용자 단말은 수신기(401)로부터 순방향 링크를 통해 수신되는 프레임에 포함된 파일럿 신호, 제어 메시지, 패킷을 수신한다.
- <57> 파일럿 신호의 수신 심볼은 파일럿 측정부(402)로 전달되어 각 빔의 파일럿 수신 강도와 신호 대 간섭비를 측정하는데 사용된다.
- <58> 파일럿 측정부(402)는 측정된 자료를 측정 보고 메시지로 변환하여 패킷 송신부(404)로 전달하고, 다시 송신기(405)를 거쳐 전송되어 역방향 링크를 통해 중앙국에 전송한다. 이때, 측정 보고 메시지는 역방향 링크로 전송되는 패킷과 함께 전송되거나, 별도의 신호를 통해 전송될 수 있다.
- <59> 패킷 전송 할당은 각 사용자로부터 보고된 파일럿 측정 자료를 바탕으로 수행되기 때문에, 측정의 정확성과 신속한 보고는 시스템의 전송 효율을 좌우하는 중요한 요소이다. 사용 전체 대역폭이 채널의 주파수 상관 대역폭(correlation bandwidth)보다 매우 큰 경우, 수신 신호는 주파수 선택적 페이딩(frequency-selective fading)을 겪고, 부반송파에 따라 서로 다른 페이딩

을 겪을 수 있다. 이 경우, 파일럿 신호는 주파수 측면에서 서로 다른 페이딩을 겪는 주파수 대역보다 작은 간격으로 배치되고, 파일럿 측정과 보고는 각 대역의 파일럿 신호마다 구분되어 수행된다. 패킷 전송 할당부는 측정 보고를 통해 각 사용자에게 적절한 주파수 슬롯을 선정할 수 있다. 이러한 주파수 선택적 페이딩에 대한 적응성은 기지국과 사용자 사이의 왕복 지연 시간이 페이딩의 상관 시간(correlation time)보다 매우 적은 경우에 적용 가능하다.

<60> 위성 시스템의 경우, 위성과 지상과의 거리로 인해, 큰 전송 지연 시간을 가진다. 지구국이 중앙 제어국의 역할을 수행하고 정지궤도 위성이 사용될 때, 왕복 전송 지연 시간은 약 0.5초가 된다. 사용자의 이동 속도와 사용 주파수에 따라 다르나, 다중 경로 전파에 의한 페이딩을 겪는 수신 신호의 강도는 빠르게 변화하며, 일반적으로 페이딩 신호의 상관 시간은 위성 시스템의 왕복 전송 지연 시간에 비해 작다. 따라서, 위성 시스템에서 주파수 선택적 페이딩과 고속 페이딩(fast fading)에 의한 채널 상태의 변화에 따라, 적절한 주파수 슬롯을 적응적으로 할당한다는 것은 실질적으로 불가능하다. 그러므로, 위성 시스템의 경우, 각 주파수 슬롯에 속한 부 반송파는 주파수 다이버시티를 위해 전체 대역폭에 걸쳐 고르게 위치시키고, 파일럿 측정과 보고는 대역 전반에 걸쳐 평균화된 값을 이용한다.

<61> 한편, 본 발명에서 제시되는 패킷 전송 할당은, 매 프레임 시간이라는 한정된 시간 내에 각 프레임에서 전송될 패킷들에 대한 전송 할당을 최적화하는데 목적이 있다. 이를 위해 본 발명에서는 할당 문제를 패킷 전송 우선 순위 결정, 무선 자원 및 전송 방식 선택, 전송 전력 할당의 3개의 서브 문제로 분할하여 각 서브 문제에서 최적화를 수행한다.

<62> 또한, 본 발명의 패킷 전송 할당에 있어서, 실시간 서비스의 QoS(Quality of Service) 보장을 위해 특정 무선 자원을 예약하여 사용하는 예약 할당(reserved allocation) 방식과, 비실시간 서비스의 통계적 다중화를 위한 공유 할당(shared allocation) 방식의 2가지 방식을 포함한다.

서비스는 데이터의 특성, 요구 QoS, 트래픽 종류 등에 따라 여러 등급(class)으로 나뉘고, 서비스의 초기 성립 시에 각 서비스에 대한 등급이 결정된다.

<63> 패킷 전송 할당 알고리즘은 각 서비스의 실시간성에 따라 예약 할당 방식과 공유 할당 방식 중 하나의 방식을 사용하도록 결정한다. 예약 할당 방식으로 분류된 서비스는 공유 할당 방식으로 분류된 서비스에 대해 우선권을 갖는다.

<64> 먼저, 예약 할당 방식에 대하여 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

<65> 예약 할당 방식으로 전송 할당이 이루어지는 서비스에 대해서는, 초기 서비스 성립 시에 서비스가 요구하는 전송률에 따라 사용될 단위 무선 자원의 수가 결정되고, 이미 다른 예약 방식 서비스에서 사용하지 않는 무선 자원들 중에서 요구 수만큼 선택된다. 해당 서비스에 대해 발생된 패킷은 미리 예약 할당된 무선 자원을 사용하여 전송함으로써 일정 이상의 전송률과 일정 이하의 전송 지연 시간을 보장할 수 있다.

<66> 가변 비트율을 갖는 서비스의 경우, 트래픽 변화에 따라 예약된 양 이상 또는 이하의 자원이 요구될 수 있다. 예약된 양 이상의 자원이 요구될 경우 추가 패킷 전송은 공유 할당 방식에 의해 이루어진다. 예약 할당 방식의 서비스가 추가 자원 요구로 공유 할당 방식의 자원을 지나치게 차지하는 것을 방지하기 위해 패킷 전송 우선 순위 결정에 있어서, 추가 전송 패킷의 서비스 등급은 본래의 서비스 등급보다 낮추어진 우선 순위를 갖도록 한다. 예약된 양 이하의 자원이 사용된 경우, 현 프레임에서 사용되지 않은 자원이 공유 할당 방식 서비스를 위해 사용되고, 다음 프레임에서는 다시 본래의 예약 할당 방식의 서비스를 위해 사용된다.

<67> 이러한 자원 예약 사용은, 회선 교환 방식의 자원 사용과 비교하였을 경우 다음과 같은 차이점을 갖는다.

- <68> 회선 교환 방식의 경우, 서비스 성립 시에 할당된 자원은 배타적으로 사용되나, 본 발명에서의 예약 할당 방식은 트래픽이 적을 경우에는 타 서비스를 위해 예약 자원이 활용될 수 있으며, 추가 사용 또한 우선 순위에 따라 허용될 수 있다. 즉, 본 발명의 예약 할당 방식은 서비스를 위해 일정량의 자원 사용을 보장하지만 타 서비스의 사용에 대해 배타적이지 않다는 차이점을 갖는다.
- <69> 예약 할당 방식의 서비스에 대한 사용자의 채널 상태가 열악해질 경우, 해당 서비스가 요구하는 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해서 해당 패킷을 전송하는데 더 많은 전력이 할당된다. 만약, 해당 빔에서 사용 가능한 전력이 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 전력보다 적을 경우에는, 낮은 전송률을 갖는 전송 방식, 즉 낮은 차수의 변조 방식과 낮은 부호화율의 부호화 방식을 사용함으로써 요구되는 전송 전력을 낮춘다. 반대로 채널 상태가 양호한 경우에는 더 적은 전력을 할당함으로써, 잉여 전력은 타 서비스를 위해 사용할 수 있다.
- <70> 다음으로 공유 할당 방식에 대하여 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <71> 공유 할당 방식으로 전송 할당이 이루어지는 서비스에 대해서는, 초기 서비스 성립시에 어떠한 무선 자원도 예약되지 않고, 패킷 전송 시마다 현 프레임에서 사용되지 않은 자원 중 일부를 할당하여 전송하도록 한다. 이때, 사용되지 않은 자원은 예약 할당 방식의 서비스를 위해 할당된 자원 중에서 사용되지 않은 자원을 포함한다.
- <72> 공유 할당 방식의 서비스에 대해서는 어떠한 자원도 예약되지 않으므로, 각 서비스를 위해 할당되는 전송률은 실질적으로 서비스 패킷의 전송 우선 순위에 따라 결정된다. 즉, 전송 우선 순위가 높은 서비스는 더 많은 무선 자원을 사용할 수 있고, 우선 순위가 낮은 서비스는 상대적으로 더 적은 자원 사용의 기회를 갖는다. 전송 우선 순위를 결정하는 규칙은 시스템의 요구 사항에 따라 다양하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 전송 우선 순위가 각 서비스의 등급에 의

해서만 결정되는 경우, 높은 등급의 서비스에 대해 우선적으로 할당이 이루어지므로, 상대적으로 높은 등급의 서비스는 높은 전송률이 제공되고 낮은 등급의 서비스는 낮은 전송률이 제공된다. 또한, 채널 상태가 좋은 사용자에게 우선권을 주기 위해 사용자의 파일럿 측정 보고를 바탕으로 파일럿 SIR이 큰 사용자에게 우선 순위가 높게 선정되는 경우, 상대적으로 채널 상태가 좋은 사용자의 서비스에 대해서 더 많은 자원 할당의 기회가 주어지게 되어, 채널 상태가 좋은 사용자는 높은 전송률을, 채널 상태가 열악한 사용자는 낮은 전송률을 얻게 된다.

<73> 패킷 전송 지연에 대한 QoS를 고려하는 경우, 패킷 전송 큐에서 QoS 만족을 위해 허용되는 최대 전송 지연 시간에 근접한 대기 패킷에 전송 우선 순위를 높게 선정할 수 있다.

<74> 또한, 어떤 빔에서 사용 가능한 무선 자원은 부족하나 잉여 전력이 존재할 경우, 채널 상태가 좋은 사용자에게 높은 전송률을 갖는 전송 방식을 사용하게 함으로써 고속 전송률을 제공할 수 있고, 고속 전송률에 의한 무선 자원의 사용으로 사용되지 않는 여분의 무선 자원을 얻을 수 있고 여분의 무선 자원은 추가 패킷 전송에 활용함으로써 빔 전송률을 높인다. 이러한 경우로는 많은 양의 트래픽이 발생하고 채널 상태가 양호한 경우가 예가 될 수 있으며, 채널 상태가 좋은 사용자에게 고속 전송 방식을 사용하여 전체 빔 전송률을 증가시킨다. 반면에, 사용 가능한 무선 자원은 존재하지만 전력이 부족할 경우, 패킷 수신을 위해 요구되는 전력을 낮추기 위해 낮은 전송률의 전송 방식을 사용하여 할당한다.

<75> 이와 같이, 공유 할당 방식은 서비스 등급, 채널 상태, 패킷 전송 지연 등에 따른 전송 우선 순위 결정에 따라 다양한 형태의 적응형 자원 할당을 수행하고, 채널 상태와 자원 사용율에 따라 적응형 전송 방식에 의한 할당을 수행한다.

<76> 한편, 빔 파일럿 보고와 전송 경로 이득에 대하여 설명하면 다음과 같다.

- <77> 서비스 초기 형성을 위해 또는 서비스 중에 무선 자원 할당을 위해, 모든 사용자 단말은 수신 가능한 빔 파일럿 신호의 수신 전력과 SIR을 측정하고 이를 중앙국에 보고한다.
- <78> 서비스 초기 형성 시에 중앙국은 사용자로부터 보고된 파일럿 SIR을 바탕으로 각 사용자를 위한 소속 빔(primary beam)과 후보 빔(secondary beam)을 선정한다.
- <79> 소속 빔과 후보 빔은 해당 사용자 서비스를 위한 활성 빔 집합(active beam set)으로 정의된다. 소속 빔은 가장 강한 파일럿 SIR을 갖는 빔이 되고, 후보 빔은 빔 파일럿 SIR이 소속 빔의 파일럿 SIR에 대해 일정 비율 크기 이상인 빔들로 선정된다. 즉, 어떤 사용자 u 의 소속 빔은 하기 [수학식 1]의 조건을 만족하는 빔이다.

<80> **【수학식 1】** $B_{u, primary} = \arg_b \max \{\gamma_{b, u, pilot}\}$

<81> 여기서, $\gamma_{b, u, pilot}$ 은 사용자 u 로부터 보고된 빔 b 의 파일럿 수신 SIR을 나타낸다.

<82> 또한, 후보 빔은 하기 [수학식 2]의 조건을 만족하는 빔들의 집합이다.

<83> **【수학식 2】** $B_{u, secondary} = \{b \mid \gamma_{b, u, pilot} \geq \lambda_{active} \gamma_{u, primary}\}$

<84> 여기서, $\gamma_{u, primary}$ 는 사용자 u 의 소속 빔에 대한 파일럿 수신 SIR이고, λ_{active} 는 활성 빔 집합 선정을 위해 사용된 파일럿 SIR 임계값 ($\lambda_{active} < 1$)이다. 따라서, 사용자 u 의 활성 집합 $B_{u, active}$ 은 하기 [수학식 3]과 같이 정의된다.

<85> **【수학식 3】** $B_{u, active} = B_{u, primary} \cup B_{u, secondary}$

<86> 서비스가 형성된 후, 중앙국에서의 무선 자원 할당을 위해 사용자는 소속 빔과 후보 빔에 대한 파일럿 수신 전력을 주기적으로 측정하여 보고한다. 또한, 사용자 이동성을 고려하여, 무선 자원 할당을 위한 파일럿 수신 강도 보고 이외에 주기적으로 파일럿 SIR을 보고한다. 서비스 중에 보고된 파일럿 SIR은 서비스 초기 형성 시에 소속 빔과 후보 빔의 선택과 같은 방법으로 해당 사용자를 위한 소속 빔과 후보 빔의 갱신을 위해 사용된다.

<87> 중앙국은 사용자로부터 보고된 소속 빔과 후보 빔에 대한 파일럿 수신 전력을 사용하여 사용자와 각 빔 사이의 전송 경로 이득(path gain)을 추정하고, 이를 무선 자원 할당에 이용한다. 중앙국은 각 빔의 파일럿 전송을 위해 사용된 전송 전력을 알고 있으므로, 어떤 사용자 u 에 대해 각 빔의 전송 경로 이득 $\tilde{g}_{b,u}$ 을 하기 [수학식 4]와 같이 추정한다.

<88> 【수학식 4】 $\tilde{g}_{b,u} = P_{b,pilot} / \hat{P}_{b,u,pilot}$, for $b \in B_{u,active}$

<89> 여기서, $P_{b,pilot}$ 은 빔 b 의 파일럿 전송 전력, $\hat{P}_{b,u,pilot}$ 은 사용자 u 로부터 보고된 빔 b 의 파일럿 수신 전력을 각각 나타낸 것이다.

<90> 전송 경로 이득은 전송 경로 링크 상의 전송 손실, 페이딩, 위성 안테나 이득, 사용자 단말의 안테나 이득 등이 포함된 값이며, 한 프레임 시간 또는 수 프레임 시간에 걸쳐 평균화된 값이다.

<91> 사용자 u 의 측정 보고는 활성 빔 집합 $B_{u,active}$ 에 속하지 않은 빔에 대한 파일럿 수신 전력을 포함하지 않고 있다. 따라서, 중앙국은 활성 빔 집합에 속하지 않은 빔에 대한 전송 경로 이득은 소속 빔의 추정 전송 경로 이득으로부터 하기 [수학식 5]와 같이 추정한다.

<92> 【수학식 5】 $\tilde{g}_{b,u} = \lambda_{active} \tilde{g}_{u,primary}$, for $b \notin B_{u,active}$

- <93> 여기서, $\tilde{g}_{u,primary}$ 는 사용자 u 의 소속 빔에 대한 추정 전송 경로 이득, α 는 활성 집합에 속하지 않은 빔의 전송 경로 이득 추정을 위한 파라미터(예를 들면, $\alpha=1$)이다.
- <94> 사용자가 보고한 파일럿 SIR과 수신 전력 강도는 적어도 한 프레임 시간 이상의 평균 값이기 때문에, 채널 상의 고속 페이딩 효과는 평균화된다. 따라서, 추정된 전송 경로 이득은 전송 경로 손실과 페이딩에 대한 평균값을 의미한다.
- <95> 다음으로, 패킷 전송 순위 결정 방법에 대하여 설명하면 다음과 같다.
- <96> 패킷 전송 할당 알고리즘은 예약 할당 방식 서비스의 패킷들에 대해 먼저 할당을 수행하고, 예약 자원 이상으로 요구되는 예약 할당 방식 서비스의 패킷과 공유 할당 방식 서비스의 패킷들에 대한 전송 할당을 수행한다. 또한, ARQ(Automatic Repeat Request) 기능에 의해 재전송 되어야 할 패킷은 새로이 전송되는 패킷보다 우선권을 갖도록 한다. 따라서, 가장 먼저 예약 할당 방식 서비스들의 재전송 패킷들에 대한 전송 할당을 수행하고, 예약 할당 방식 서비스들의 새 전송 패킷, 공유 할당 방식 서비스들의 재전송 패킷, 예약 할당 방식의 추가 전송 패킷과 공유 할당 방식 서비스들의 새 전송 패킷의 순으로 전송 할당을 수행한다. 그러나, 이러한 할당 순서는 시스템 운용자의 선택에 따라 바뀔 수 있으며, 예약 할당 방식 서비스가 주로 실시간 서비스라는 점으로 고려해볼 때, 예약 할당 방식 서비스에서 재전송 패킷은 없을 수도 있다.
- <97> 전송 큐에 대기하고 있는 패킷들의 전송 우선 순위를 결정하기 위해, 각 패킷의 우선 순위 값은 다음 식에 의해 결정된다. 사용자 u 를 위한 패킷 k 의 우선 순위 값 $w_{u,k}$ 는(여기서, 설명을 용이하게 하기 위해 각 사용자에게 하나의 서비스가 제공되는 것으로 고려한다) 하기 [수학식 6]에 의해 계산된다.

<98> 【수학식 6】 $w_{u,k} = (c_u)^{a1} (\gamma_{u,pilot})^{a2} (1/\bar{\gamma}_{u,pilot})^{a3} (1+t_{current}/t_{k,deadline})^{a4}$

<99> 여기서, c_u 는 사용자 u 의 서비스 등급, $\gamma_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR, $\bar{\gamma}_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR의 평균, $t_{current}$ 는 현재 프레임의 시간, 그리고 $t_{k,deadline}$ 은 QoS 만족을 위해 패킷 k 가 전송되어야 할 최대 전송 시점이고, 지수 $a1, a2, a3, a4$ 는 임의의 양의 실수 값으로 패킷 우선 순위 결정에 있어 각 항목에 대한 의존도를 조절하기 위한 파라미터이다.

<100> 예로써, $a1=1, a2=0, a3=0, a4=0$ 인 경우 전송 우선 순위는 서비스 등급에 의해서만 결정된다. $a1=0, a2=1, a3=0, a4=0$ 인 경우는 해당 사용자로부터 보고된 파일럿 SIR에 따라 결정되고, 채널 상태가 좋은 사용자를 위한 패킷이 높은 우선 순위를 갖는다. $a1=0, a2=1, a3=1, a4=0$ 인 경우는 각 사용자의 채널 상태가 좋아져 평균 파일럿 SIR에 대해 현 시점의 파일럿 SIR이 큰 사용자에게 우선권이 부여된다. $a1=0, a2=0, a3=0, a4=1$ 인 경우는 패킷 전송 지연 시간을 고려하는 것으로, 각 서비스가 요구하는 패킷 전송 지연 시간을 만족시키기 위해 전달되어야 할 최대 허용 시간(deadline)에 가까워진 패킷이 높은 우선 순위 값을 갖도록 한다. 또한, $a1=1, a2=2, a3=2, a4=1$ 인 경우는 서비스 등급, 채널 상태, 전송 지연 시간을 함께 고려하나, 채널 상태에 더 높은 비율을 두어 우선 순위를 결정한다.

<101> 이와 같은 방법으로 패킷 전송 우선 순위 값을 결정함으로써 서비스 품질과 채널 상태를 고려한 다양한 패킷 스케줄링 기법을 구현할 수 있다.

<102> 각 서비스 패킷에 대해 우선 순위가 계산되면, 하기 [수학식 7]과 같이 가장 큰 순위 값을 갖는 패킷 (u^*, k^*) 에 대해 우선적으로 전송 할당을 수행한다.

<103>

【수학식 7】
$$(u^*, k^*) = \underset{(u, k)}{\operatorname{argmax}} w_{u, k}$$

<104> 다음 과정으로 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷에 대해 사용될 무선 자원을 선택한다. 이때, 시스템 용량 또는 처리율을 최적화하기 위해서, 패킷 전송을 위해 가장 최소의 전력이 요구되는 빔, 주파수슬롯, 시간슬롯, 확산코드를 찾는다. 사용자가 처한 채널 상태와 간섭 상황을 근거로 최소 전력이 요구되는 자원을 할당함으로써, 동일한 슬롯에서 전송되는 패킷들 사이의 상호 간섭을 최소화 할 수 있고, 따라서 한정된 전력과 자원으로 가장 많은 패킷을 전송할 수 있게 된다.

<105> 무선 자원 선택 방법을 설명하기 위해 어떤 사용자로부터의 전송 심볼당 수신 신호대 간섭비에 대한 식을 다음과 같이 표현한다.

<106> 사용자 u 에 대해 빔 b 의 주파수슬롯 " s ", 시간슬롯 " l ", 확산코드 " m "으로 이루어지는 단위 무선 자원 (b, s, l, m) 을 이용하여 패킷을 전송할 때, 사용자에서의 심볼당 평균 수신 신호대 간섭비 $\gamma_{u, (b, s, l, m)}$ 는 하기 [수학식 8]과 같이 표현할 수 있다.

<107>

【수학식 8】
$$\gamma_{u, (b, s, l, m)} = SF \frac{P_{(b, s, l, m)} g_{b, u}}{I_{b, u, (s, l)} + Z_{b, u, (s, l)} + N_{noise}}, \text{ for } (b, s, l, m) \in V$$

<108> 여기서, V 는 단위 무선 자원 집합, SF 는 심볼 확산률, $P_{(b, s, l, m)}$ 은 단위 무선 자원 (b, s, l, m) 에 할당된 전송 전력(여기서, $P_{(b, s, l, m)} \geq 0$), $g_{b, u}$ 는 빔 b 로부터 사용자 u 사이의 전송 경로

이득(여기서, $g_{b,u} < 1$), $I_{b,u,(s,l)}$ 은 주파수/시간슬롯 (s,l) 에서 빔 b 로부터 사용자 u 로 수신되는 간섭, $Z_{b,u,(s,l)}$ 은 주파수/시간슬롯 (s,l) 에서 빔 b 이외의 타 빔으로부터 사용자 u 로 수신되는 간섭, 그리고 N_{noise} 는 수신 배경 잡음 전력을 각각 나타낸다.

<109> 심볼 확산률(SF : spreading factor)은 하나의 변조된 심볼을 직교 확산코드에 의해 확산하여 전송할 때 사용되는 칩 수로 확산 이득을 의미한다. 즉, 변조 심볼 전송률이 R_s 이고, 확산 후의 칩 전송률이 R_c 이면, $SF=R_c/R_s$ 의 관계를 갖는다. 동일 빔 간섭 $I_{b,u,(s,l)}$ 은 동일 빔 b 에서 동일 주파수슬롯과 시간슬롯에서 다른 확산코드를 이용하여 전송되는 패킷들로부터 발생하는 간섭이고, 타 빔 간섭 $Z_{b,u,(s,l)}$ 은 빔 b 이외의 빔에서 동일 주파수슬롯과 시간슬롯에서 전송되는 타 패킷들에 의해 발생하는 간섭이다. 동일 빔 간섭과 타 빔 간섭은 하기 [수학식 9], [수학식 10]과 같이 표현된다.

<110> **【수학식 9】**
$$I_{b,u,(s,l)} = \kappa_1 \sum_{(b,s,l,i) \in V_{(b,s,l)}, i \neq m} P_{(b,s,l,i)} g_{b,u}$$

<111> **【수학식 10】**
$$Z_{b,u,(s,l)} = \kappa_2 \sum_{j \in B, j \neq b} \sum_{(j,l,s,i) \in V_{(j,l,s)}, i \neq m} P_{(j,l,s,i)} g_{j,u} + \kappa_3 \sum_{j \in B, j \neq b} P_{(j,s,l,m)} g_{j,u}$$

<112> 여기서, B 는 다중 빔의 집합, $V_{(b,s,l)}$ 은 빔 b 의 주파수슬롯/시간슬롯 (s,l) 에 속하는 단위 무선 자원의 집합, 그리고 κ_x 는 간섭 인자(여기서, $x=1,2,3$)를 각각 나타낸다.

- <113> 상기 [수학식 9]와 [수학식 10]에서 어떤 단위 무선 자원 (b', s', l', m')에서 실질적인 패킷 전송이 없을 경우에는 $p(b', s', l', m')=0$ 이다. [수학식 9]와 [수학식 10]에서 간섭 인자 $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ 는 다음과 같이 결정된다.
- <114> 시스템 구성에 대한 설명에서, 확산코드 사용 측면으로 두 가지의 서로 다른 시스템 구성 방법을 설명하였다. 하나는 다중빔들에서 서로 다른 PN 스크램블링 코드를 사용하고, 각 빔 내에서 직교 확산코드에 의해 동일 슬롯에서 전송되는 신호를 구분하는 시스템이고, 또 하나는 모든 빔에서 동일 PN 스크램블링 코드를 사용하면서 빔들 사이에 직교 확산코드를 공유하여 사용하는 시스템이다.
- <115> 두 시스템에 대하여 위 식의 동일 빔 또는 타 빔 간섭에 있어서 서로 다른 간섭 인자가 고려된다. 원리 상으로는 직교 확산코드는 코드간에 직교성으로 인하여 간섭이 없으나, 실제 채널 상에서 신호의 다중 경로 전파에 의해 서로 다른 코드 사이의 직교성은 상실될 수 있다.
- <116> 빔간 서로 다른 PN 코드를 사용하는 시스템의 경우, 동일 빔 간섭은 직교 확산코드의 직교성 상실 정도에 따라 발생하고, 타 빔 간섭은 직교성이 없는 PN 스크램블링 코드로 인하여 대부분의 타 빔 신호는 간섭을 일으킨다. 직교 코드 사이의 간섭 인자를 κ_{∞} 라 하고, PN 코드 사이의 간섭 인자를 κ_{PN} 라 하면, 간섭인자는 하기 [수학식 11]과 같이 된다.
- <117> **【수학식 11】** $\kappa_1 = \kappa_{OC}, \quad \kappa_2 = \kappa_3 = \kappa_{PN}$
- <118> 빔간 직교 코드를 공유하는 시스템의 경우, 동일 빔 간섭과 타 빔 간섭 모두 직교 확산코드의 직교성 상실 정도에 따라 발생한다. 타 빔에서 동일 확산코드를 재사용 하는 경우, 확산코드에

의한 확산 이득이 보장되지 않으므로 $\kappa_{SC}=SF$ 가 된다. 따라서, 이러한 시스템의 경우 간섭 인자는 하기 [수학식 12]와 같이 정리된다.

<119> **【수학식 12】** $\kappa_1=\kappa_2=\kappa_{OC}, \quad \kappa_3=\kappa_{SC}$

<120> 일반적으로 동일 코드 간섭 인자로 $\kappa_{SC}=SF$ 의 값을, 서로 다른 PN 코드 사용에 의한 간섭 인자로 $\kappa_{PN}=1$ 의 값이 적용된다. 직교 코드 간섭 인자로는 채널의 다중 경로 전파 특성에 따라 설정되며, $\kappa_{OC}=0.5$ 인 경우 다중 경로 전파로 평균 5%의 상호 간섭이 존재함을 의미한다.

<121> 사용자 u 의 서비스가 요구하는 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해(예를들면, 패킷 오류 확률 < 0.1) 심볼당 수신 신호대 간섭비는 특정 임계값 γ_u^* 이상이 되어야 한다. 따라서, $\gamma_{u,(b,s,l,m)} \geq \gamma_u^*$ 를 만족하기 위해 상기 [수학식 8]에서 단위 무선 자원에서 사용되어야 할 최소 전송 전력은 하기 [수학식 13]과 같이 된다.

<122> **【수학식 13】**
$$P_{(b,s,l,m)} = \frac{\gamma_u^* / SF}{\phi_{u,(b,s,l,m)}}$$

<123> 여기서, $\phi_{u,(b,s,l,m)}$ 는 사용자 u 에 대하여 단위 무선 자원 (b,s,l,m) 을 이용하였을 때, 전송 이득 대 간섭 비(Gain-to-Interference Ratio, GIR)로 하기 [수학식 14]와 같이 정의한다.

<124> **【수학식 14】**
$$\phi_{u,(b,s,l,m)} = \frac{g_{b,u}}{I_{b,u,(s,l)} + Z_{b,u,(s,l)} + N_{noise}}$$

<125> 상기 [수학식 13]에서 관찰할 수 있는 바와 같이, 어떤 사용자의 패킷 전송을 위한 최적의 단위 무선 자원은, 주어진 요구 신호대 간섭비 및 확산률에 대해 GIR이 최대가 되는 단위 무선 자원이다. 따라서, 각 사용자 패킷에 대해 다음의 과정을 수행하여 패킷 전송에 사용할 무선 자원을 선택한다.

<126> 먼저, 선택된 패킷 전송을 위해 요구되는 단위 무선 자원의 수를 결정한다. 각 패킷의 서비스 특징과 패킷이 포함하고 있는 데이터에 따라 패킷 길이는 다를 수 있으며, 길이 $L_{pkt,k}$ bit의 패킷에 대해 요구되는 단위 자원의 수 $N_{rru,k}$ 는 하기 [수학식 15]와 같이 결정된다.

<127> 【수학식 15】
$$N_{rru,k} = \lceil L_{pkt,k} / L_{basic} \rceil$$

<128> 여기서, L_{basic} 는 하나의 단위 무선 자원에서 기본 전송 방식을 사용하였을 때 전송될 수 있는 비트 수이고, $\lceil y \rceil$ 는 y보다 크거나 같은 최소 정수를 의미한다.

<129> 다음으로, 요구되는 단위 자원의 수만큼 하기 [수학식 16]과 같이 최대 GIR를 갖는 단위 무선 자원을 선택한다.

<130> 【수학식 16】
$$(b^*, s^*, l^*, m^*) = \arg \max_{(b,s,l,m) \in V} \tilde{\phi}_{u,(b,s,l,m)} \quad \text{for } b \in B_{u,active} \text{ or } b = B_{u,primary}$$

<131> 상기 [수학식 16]의 GIR 계산에서 하기 [수학식 17]과 같이 각 빔에 대한 전송 경로 이득으로 [수학식 4]와 [수학식 5]에서와 같이 추정된 전송 경로 이득을 사용한다.

<132>

$$\hat{\phi}_{u,(b,s,l,m)} = \frac{\tilde{g}_{b,u}}{\hat{I}_{b,u,(s,l)} + \hat{Z}_{b,u,(s,l)} + N_{noise}}$$

【수학식 17】

<133> 여기서,

<134>

$$\hat{I}_{b,u,(s,l)} = \kappa_1 \sum_{(b,s,l,i) \in V_{(b,s,l)}, i \neq m} P_{(b,s,l,i)} \tilde{g}_{b,u},$$

<135>

$$\hat{Z}_{b,u,(s,l)} = \kappa_2 \sum_{j \in B_u, j \neq b} \sum_{(j,s,l,i) \in V_{(j,s,l)}, i \neq m} P_{(j,s,l,i)} \tilde{g}_{j,u} + \kappa_3 \sum_{j \in B_u, j \neq b} P_{(j,s,l,m)} \tilde{g}_{j,u}$$

<136> 이고, B_b 는 빔 b 의 근접 빔 집합을 각각 나타낸다.

<137> 각 패킷 전송에 대해, 모든 빔의 단위 무선 자원을 고려한다는 것은 많은 계산량을

요구하므로, 실질적으로 사용자의 활성 빔 집합으로 자원 선택 범위를 제한하거나(즉,

$b \in B_{u,active}$), 더 적은 계산량을 위해 사용자의 소속 빔으로만 제한할 수 있다(즉, $b \in B_{u,primary}$).

또한, 각 단위 무선 자원에 대한 GIR 계산에 있어 고려되어야 할 간섭 빔의 수를 제한하기 위해, 현재 고려되고 있는 빔의 주위에 있는 근접 빔들로(B_b) 간섭 빔의 범위를 제한한다. 예로써, 빔에 의해 형성되는 서비스 셀을 육각형 셀로 고려할 때, 근접 빔은 해당 빔의 주위에 있는 6개의 빔이 된다. 실질적으로 타 빔 간섭량에서 근접 빔으로부터의 간섭이 대부분을 차지하기 때문에 이러한 방법은 타당성을 갖는다.

<138> [수학식 16]에 의한 단위 무선 자원 선택에서 타 패킷 전송 또는 동일한 패킷 전송을 위해 이미 선택된 무선 자원은 제외된다. 또한, 빔간 직교 코드를 공유하는 시스템의 경우, 동일한 주파수슬롯과 시간슬롯에서 근접 빔들 사이에 동일한 직교 확산코드를 선택하여 사용하는 것을 피하기 위해, 하기 [수학식 18]의 조건을 만족하는 단위 무선 자원 만을 선택할 수 있다.

<139>

$$\lambda_{SC} \geq \frac{\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)}}{\tilde{I}_{b,u,(s,l)} + \tilde{Z}_{b,u,(s,l)}}$$

【수학식 18】

<140> 여기서 $\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)}$ 는

<141> $\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)} = \kappa_3 \sum_{j \in B_u, j \neq b} P_{(j,s,l,m)} \tilde{g}_{j,u}$

<142> 로 정의되는 동일 코드를 사용하는 타 빔으로부터의 간섭을 의미한다.

<143> 상기 조건 식은 전체 간섭량에서 동일 코드에 의한 타 빔 간섭량이 특정 비율이하가 될 때에만 동일 코드를 재사용한다는 의미를 갖는다.

<144> 다음은 전송 전력 할당에 대하여 설명한다.

<145> 각 패킷 전송을 위해 사용할 단위 무선 자원들이 선택되면, 실질적인 전송을 위해 각 단위 무선 자원에서 필요한 전송 전력을 계산한다. 전송 전력은 패킷 전송 사이의 간섭을 최소화하여 결국 시스템의 전송률을 최대화하기 위해, 요구 패킷 수신 품질을 만족시키는 범위에서 가능한 최소의 전력을 사용한다. 적절한 전송 전력을 계산하기 위해서, "Jeans Zander and S. L. Kim, Radio Resource Management for Wireless Networks, Artech House Publisher, 2001"에서

와 같이 CDMA 시스템에서 역방향 링크의 각 사용자의 전송 전력 제어를 위해 제안된 DPCA (Distributed Power Control Algorithm)와 유사한 반복적인 방법을 사용한다.

<146> 본 발명에 따른 전송 전력 할당 방식은 DPCA와 유사한 방법을 사용하나, 선행 기술과는 다음과 같은 차이점을 갖는다.

<147> 선행 방법은 역방향 링크에서 각 사용자가 자신의 전송 전력을 기지국의 전력 제어 명령에 따라 조절한다. 기지국은 현재 수신된 각 사용자 신호에 대한 수신 SIR을 측정하여 다음 시간에서의 각 사용자의 전력을 조절하기 위한 명령을 각 사용자에게 전달하고, 사용자는 전력 제어 명령에 따라 자신의 전송 전력을 조절한다. 그러나, 본 발명에서는 순방향 링크에서 각 패킷의 전송 전력을 계산하기 위한 것으로, 각 사용자가 자신의 전력을 제어하는 것이 아니라 중앙국이 필요한 전송 전력을 계산한다. 선행 기술의 경우 각 사용자의 전송 전력이 적절한 값에 도달하기 위해서는 기지국과 사용자 사이의 전력제어 폐쇄루프의 수 회 또는 수 십 회 이상의 반복 동작을 요구하고, 따라서 적절한 전송 전력에 도달하기 위해서는 적어도 기지국과 사용자 사이의 왕복 지연 시간의 수 또는 수십 배에 해당되는 시간을 요구한다. 또한, 채널의 전송 경로 이득이 빠르게 변화하는 경우 폐쇄루프 전력제어는 수렴할 수 없다. 그러나, 본 발명에서는 중앙국 자신이 각 사용자에게 대한 전송 전력 계산을 위해 내부적으로 반복 계산함으로써 즉각적인 제어가 이루어진다는 차이점을 갖는다.

<148> 동일 주파수슬롯과 시간슬롯을 사용하는 단위 무선 자원들을 이용하는 패킷 전송에 대해, 각각의 단위 무선 자원에서의 전력은 하기 [수학식 19]와 같이 반복 계산에 의하여 구한다.

<149> 【수학식 19】 For $n = 1, 2, \dots, N_{itr}-1$

$$<150> \quad P_{(b,s,l,m)}(n+1) = \gamma_u^* \frac{SF}{\phi_{u,(b,s,l,m)}(n)}, \quad (b,s,l,m) \in V_{(s,l)}$$

<151> 여기서, N_{itr} 은 반복 회수, $V_{(s,l)}$ 은 주파수 슬롯/시간 슬롯 (s,l) 에 속하는 단위 무선 자원들의 집합, 그리고,

$$<152> \quad \hat{\phi}_{u,(b,s,l,m)}(n) = \frac{\tilde{g}_{b,u}}{\hat{I}_{b,u,(s,l)}(n) + \tilde{Z}_{b,u,(s,l)}(n) + N_{noise}},$$

$$<153> \quad \hat{I}_{b,u,(s,l)}(n) = \kappa_1 \sum_{(b,s,l,i) \in V_{(s,l)}, i \neq m} P_{(b,s,l,i)}(n) \tilde{g}_{b,u},$$

$$<154> \quad \hat{Z}_{b,u,(s,l)}(n) = \kappa_2 \sum_{j \in B_u, j \neq b} \sum_{(j,s,l,i) \in V_{(s,l)}, i \neq m} P_{(j,s,l,i)}(n) \tilde{g}_{j,u} + \kappa_3 \sum_{j \in B_u, j \neq b} P_{(j,s,l,m)}(n) \tilde{g}_{j,u}$$

<155> 이다.

<156> 상기 방법은 초기 전력 값과 관계없이 반복 회수 10회 이내로 충분한 수렴 특성을 얻을 수 있다.

<157> 상기의 전력 할당은 동일한 주파수슬롯과 시간슬롯에 속한 모든 빔의 단위 무선 자원들에 대해서 이루어진다. 주파수슬롯 또는 시간슬롯이 다른 단위 무선 자원들에서 전송되는 패킷은 상호 간섭을 발생시키지 않으므로, 다른 슬롯에서의 패킷 전송은 또 다른 슬롯에서의 요구 전송 전력에 영향을 주지 않는다. 그러나, 사용 빔이 다르다 하더라도 동일 슬롯인 경우에는 패킷 상호 간에 간섭을 미치며, 따라서 동일 슬롯에서 어떤 하나의 단위 무선 자원을 위한 전송 전력이 변화하면, 동일 슬롯에서의 다른 전송을 위해 요구되는 전송 전력은 수신 품질 만족을 위해 변화되어야 한다.

<158> 빔의 총 전송 전력은 제한되어 있으므로, 상기의 방법에 의해 결정된 전송 전력의 합이 각 빔에서 사용 가능한 전력을 초과하지 않도록 하여야 한다. 각 빔의 동일 시간슬롯에서 사용된 모든 전송 전력의 합이 빔의 최대 전송 전력을 초과하지 않는 범위에서 할당이 이루어진다. 즉, 각 빔에서 사용 가능한 최대 전력이 p_{\max} 라 하면, 어떤 빔 b 의 시간 슬롯 l 에서의 할당된 모든 전송 전력의 합은 하기 [수학식 20]의 조건 식을 만족하여야 한다.

<159> 【수학식 20】
$$\sum_{(b,s,l,m) \in V_{(b,l)}} P_{(b,s,l,m)} \leq p_{\max},$$

<160> 여기서, $V_{(b,l)}$ 은 빔 b 의 시간 슬롯 l 에 속하는 단위 무선 자원 집합이다.

<161> 다음으로, 전송 방식의 선정에 대하여 설명하면 다음과 같다.

<162> 각 패킷 전송에 있어 적응형 전송을 위해 다음과 같은 다양한 전송률을 갖는 전송 방식이 선택될 수 있다.

<163> 각 전송 방식은 M-ary PSK 또는 M-ary QAM 변조 방식과 다양한 부호화 율(code rate)을 갖는 부호화 방식의 조합으로 이루어진다.

<164> 하기 [표 1]은 전송 방식 순위를 나타내었다.

<165>

【표 1】

전송 방식	전송률	요구 심볼 SNR	요구 비트 SNR	예
MCS R_{\max}	높음	높음	높음	64-QAM
.
MCS R_{basic}	중간	중간	낮음	QPSK
.
MCS R_{\min}	낮음	낮음	낮음	QPSK-4SR

<166> 시스템에서 사용 가능한 전송 방식을 상기 [표 1]에서와 같이 전송률과 에너지 효율 측면에서 순위를 정할 수 있다.

<167> 상기 [표 1]에서 전송률은 동일한 심볼 전송률을 사용할 때 전송될 수 있는 비트 전송률을 의미하고, 요구 심볼 SNR은 동일한 특정 비트오율(BER)을 만족시키기 위해 요구되는 수신 심볼당 신호대 잡음비(SNR: Signal-to-Noise Ratio)를, 요구 비트 SNR은 동일한 특정 비트오율(BER)을 만족시키기 위해 요구되는 수신 비트당 신호대 잡음비를 의미한다.

<168> 전송 방식 중에서 가장 낮은 요구 비트 SNR을 갖는 전송 방식을 기본 전송 방식으로 사용하고, 상기 [표 1]에서 MCS R_{basic} 이 기본 전송 방식이 된다. 가장 낮은 요구 비트 SNR을 갖는 전송 방식이 여러 개 존재할 경우 그 중 가장 높은 전송률을 갖는 전송 방식이 기본 방식이 된다.

<169> 상기 [표 1]에서 전송 방식 MCS R_{\max} 은 상대적으로 높은 심볼 SNR을 요구함에 따라 동일한 조건에서 패킷 전송에 더 많은 전력이 요구되나 높은 전송률을 지원할 수 있다. 반대로 전송 방식 MCS R_{\min} 은 상대적으로 적은 전력이 요구되나 낮은 전송률을 갖는다. 예로써, 변조 방식에 대해 64-QAM, 16-QAM, QPSK, QPSK-2SR, QPSK-4SR의 순으로 전송 방식을 선정할 수 있다. 여기서, QPSK-2SR와 QPSK-4SR는 동일한 QPSK 변조 심볼을 2번 또는 4번 반복하여 전송하는 것을 의미한다. 심볼 반복으로 비트당 사용된 에너지를 높임으로써 동일한 BER을 얻기 위해 더 낮은

SNR을 요구하고, 따라서 비트 전송률은 낮아지나 사용 전력을 낮출 수 있다. 이러한 전송 방식은 채널 상태가 열악하고 사용 가능한 전력이 부족할 경우 전송률을 낮추는 대신에 전력 이득을 얻고자 하는 경우에 사용된다.

<170> 다음으로, 패킷 전송 할당 과정에 대하여 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

<171> 앞서 기술한 패킷 전송 할당 방법에 의해, 중앙국의 패킷 전송 할당부는 매 프레임에서의 패킷 전송을 위해 다음의 과정에 따라 전송 할당을 수행한다.

<172> 도5는 본 발명에 따른 패킷 전송 할당 과정을 나타낸 일실시에 흐름도이다.

<173> 먼저, 각 사용자로부터 보고된 파일럿 SIR에 대한 측정 보고를 바탕으로 각 사용자를 위한 활성 빔 집합을 갱신한다(501). 그리고, 보고된 파일럿 신호의 수신 강도를 바탕으로 각 사용자에 대한 전송 경로 이득을 갱신한다(502). 여기서, 활성 빔 집합과 전송 경로 이득 갱신의 주기는 측정 보고 주기와 일치하며, 갱신은 수 프레임을 주기로 일어날 수 있다.

<174> 다음으로, 각 서비스의 전송 큐의 헤더에 있는 패킷들에 대해 우선 순위를 설정한다(503). 우선 순위는 먼저 다음의 4그룹으로 나뉘어 선정된다. 예약 할당 방식 서비스의 재전송 패킷들이 대해 먼저 우선권을 갖고, 해당 재전송 패킷이 없을 경우에는 예약 할당 방식 서비스의 새로운 전송 패킷들이, 다음으로 공유 할당 방식 서비스의 재전송 패킷들이, 다음으로 예약 할당 방식 서비스의 추가 전송 패킷과 공유 할당 방식 서비스의 새 전송 패킷들이 우선권을 갖는다. 그리고, 동일 그룹에 대한 패킷들은 [수학식 6]에 의해 전송 우선 순위가 결정되고, [수학식 7]에 의해 가장 높은 우선 순위를 갖는 패킷이 선택된다. 또한, 패킷 전송 우선 순위 설정에 있어서, 현 프레임에서 해당 무선 자원 할당이 실패한 서비스에 속하는 패킷은 제외된다.

- <175> 다음으로, 패킷 우선 순위 설정 과정에서 할당할 패킷이 있는지를 판단하여(504) 선택된 패킷이 있으면 각 패킷을 위한 무선 자원 할당이 이루어지고, 할당될 패킷이 없을 경우에는 현재 프레임에서의 패킷 전송 할당 과정은 중단된다.
- <176> 선택된 패킷을 위한 무선 자원 할당은 단위 무선 자원(RRU)을 기본 단위로 이루어 진다. 예약 할당 방식 서비스에 대한 패킷은 예약 할당 방식에 의해(506), 예약 자원 이상의 추가 전송 패킷과 공유 할당 방식 서비스의 패킷인 경우에는 공유 할당 방식에 의해 할당이 이루어진다(510).
- <177> 패킷 전송할당이 성공한 경우, 해당 서비스의 전송 큐에서, 할당된 전송량에 해당되는 패킷을 제거한다(509). 패킷 전송 할당이 실패한 경우에, 예약 할당 방식에 의한 경우에는 현 프레임에서 해당 서비스의 예약 할당 시도를 금지시키고 남아있는 패킷은 차후 공유 할당 방식에 의해 시도된다(508). 공유 할당 방식에 의한 패킷 전송 할당이 실패하면, 현 프레임에서 해당 서비스를 위한 패킷 전송 할당은 더 이상 시도되지 않도록 한다(512). 이러한 패킷 전송 할당은 현 프레임에서 할당할 패킷이 없을 때까지 반복된다.
- <178> 도6은 본 발명에 따른 예약 할당 방식에 의한 패킷 전송 할당 과정을 나타낸 일실시에 흐름도로서, 하나의 예약 RRU를 할당하는 과정을 나타낸 것이다.
- <179> 먼저, 해당 패킷의 전송 방식 선정을 위한 MCS 차수를 선정한다(601). 현 프레임에서 해당 패킷의 서비스에 대한 첫 할당인 경우에는 기본 전송 방식이 되고, 그 이후의 할당에 대해서는 첫 할당에서 선정된 MCS 방식을 동일하게 사용한다. 이는 현 프레임에서 사용자에게 전송되는 모든 패킷 전송은 동일한 MCS 방식을 사용하도록 하기 위한 것이다. 동일한 RRU에서 다른 전송

방식을 사용할 수 있으나, 사용자 수신기의 복잡도를 고려하여 동일한 방식을 사용하도록 한다.

- <180> 다음으로, 선택된 패킷의 서비스를 위해 예약되어 있는 RRU 중에서 [수학식 16]에 따라 최대 GIR을 갖고 이미 할당되지 않은 RRU를 선택한다(602). 해당되는 RRU가 존재하지 않을 경우, 즉 해당 서비스를 위한 예약 RRU가 모두 사용된 경우에는 해당 서비스를 위한 예약 할당은 실패한 것으로 간주되고, 해당 서비스의 남은 패킷들을 위한 할당은 공유 할당 방식에 의해 시도된다.
- <181> 다음으로, 해당 RRU가 존재하는가를 판단하여(603), 최대 GIR을 갖는 해당 RRU가 존재하면, 선택된 RRU의 전송 전력을 포함하여 동일한 주파수슬롯/시간슬롯에 속하고 이미 할당된 RRU에서의 전송 전력을 [수학식 19]의 알고리즘을 사용하여 설정한다(604).
- <182> 선택된 RRU에서의 전송 전력을 포함하여, 동일 시간 슬롯에서 다른 RRU를 위한 할당된 전송 전력의 합이 각 빔의 최대 전력 제한 조건을 만족하는지 검사한다(605). 최대 전력 제한 조건이 만족되면 해당 RRU에서의 전송 할당을 확정한다(610). 선택 RRU에서의 전송 할당으로 동일 슬롯에서 이미 할당된 다른 RRU의 전송 전력은 전송 전력 할당 알고리즘에 의해 변화된다. 따라서, 전송 할당 확정 과정은 동일 슬롯에서의 할당 전송 전력 변화를 포함하여 이루어진다. 전송 할당 확정 이후에는 상기 도5의 과정으로 진행한다.
- <183> 최대 전력 제한 조건을 만족하지 못하는 경우, 현재 선택된 RRU에서 요구되는 전송 전력을 낮추기 위해 MCS 차수를 감소시킨다(607). 이때, 해당 서비스를 위해 현 프레임에서 이미 다른 RRU가 사용되었다면, 해당 서비스를 위해 동일한 MCS를 사용하기 위해서 MCS 차수 감소에 의한 할당 시도는 수행되지 않고, 현 프레임에서 해당 서비스에 대한 선택된 RRU에서의 할당 시도는 실패한 것으로 간주하고(612), 도5의 과정으로 복귀한다.

- <184> 최대 전력 제한 조건을 만족하지 못하지만, 현 프레임에서 해당 서비스를 위한 첫 할당이라면, 현 프레임에서 해당 서비스를 위해 사용할 전송 방식의 전송률을 낮추기 위해 MCS 차수를 감소시키고 전송 전력 할당을 수행한다(608). MCS 차수 감소는 최대 전력 제한 조건이 만족될 때까지 반복된다. 그리고, 최대 전력 제한 조건을 만족하는지 판단하여(609), 최대 전력 제한 조건이 만족되면 해당 서비스를 위한 현 프레임에서의 사용 MCS 차수를 포함하여 선택된 RRU에서의 전송 할당을 확정하고(610), 도5의 과정으로 복귀한다. 최대 전력 제한 조건을 만족하지 않고 최저 MCS 차수인지를 판단하여(611) 최저 MCS 차수에서도 최대 전력 제한 조건이 만족되지 않으면, 해당 서비스를 위한 예약 할당 시도를 실패한 것으로 간주하고(612), 도5의 과정으로 복귀한다.
- <185> 도7은 본 발명에 따른 공유 할당 방식에 의한 무선 자원 할당 과정을 나타낸 '일실시에 흐름도'로서, 하나의 RRU를 할당하는 과정을 나타낸 것이다.
- <186> 먼저, 도6의 경우와 같이 해당 패킷의 전송 방식 선정을 위한 MCS 차수를 선정한다(701). 현 프레임에서 해당 패킷의 서비스에 대한 첫 할당인 경우에는 기본 전송 방식이 되고, 그 이후의 할당에 대해서는 첫 할당에서 선정된 MCS 방식을 동일하게 사용한다.
- <187> 다음으로, 현 프레임에서 사용 가능한 RRU 중에서 [수학식 16]에 따라 최대 GIR을 갖는 하나의 RRU를 선택한다(702).
- <188> 다음으로, 해당 RRU가 존재하는가를 판단하여(703), 해당 RRU가 존재하면, 선택된 RRU의 전송 전력을 포함하여 동일한 주파수슬롯/시간슬롯에 속하고 이미 할당된 RRU에서의 전송 전력을 [수학식 19]의 알고리즘을 사용하여 설정한다(704). 각 빔의 해당 시간 슬롯에서 설정된 전송 전력이 최대 전력 제한 조건을 만족하는지를 판단하여(705), 만족하면 선택된 RRU를 포함하여 전송 전력 변화가 있는 RRU에서의 전송 할당을 확정하고(712), 도5의 과정으로 복귀한다.

- <189> 상기 판단결과, 최대 전력 제한 조건을 만족하지 못하는 경우에, 해당 서비스의 전송 할당이 첫 시도라면 MCS 차수 감소에 의한 할당이 시도된다(707). 해당 서비스에 대해 이미 할당된 RRU가 있다면, 해당 서비스를 위한 추가 할당은 실패한 것으로 간주하고(711), 도5의 과정으로 복귀한다.
- <190> 최대 GIR을 갖는 RRU가 존재하지 않을 경우에는, RRU 확보를 위해 고속 전송률에 의한 자원 할당을 수행한다. 이를 위해 먼저, 현 프레임에서 이미 사용된 RRU중 최고 차수의 MCS가 아니면서 최대 GIR을 갖는 RRU를 찾는다(713). 해당되는 RRU가 존재하지 않으면 현재 할당되어야 할 패킷이 속한 서비스에 대한 할당은 실패한 것으로 간주되고(719), 도5의 과정으로 복귀한다. 조건을 만족하는 RRU가 존재하면, RRU가 속한 해당 서비스의 MCS 차수를 높이고(잠정적으로) 해당 서비스를 위해 사용될 RRU를 재조정한다(715). MCS 차수의 증가로 사용되지 않은 RRU가 존재하는가를 판단하여(714) MCS 차수의 증가로 사용되지 않은 RRU가 존재할 때까지 MCS 차수를 증가시키고, 최대 GIR을 갖는 서비스의 MCS 차수가 최대 차수에 이를 때까지 사용 가능한 RRU가 발생되지 않으면 현재 패킷이 속한 서비스에 대한 할당은 실패한 것으로 간주되고(719), 도5의 과정으로 복귀한다.
- <191> MCS 차수 증가로 사용 가능한 RRU가 발생하면 해당 RRU의 전송 전력을 포함하여 MCS 차수가 조정된 RRU에 대한 전송 전력 할당을 수행한다(717). 최대 전력 제한 조건을 만족하는가를 판단하여(718), 최대 전력 제한 조건이 만족되면, 해당 RRU에서의 현 패킷 전송을 위한 할당과 MCS 차수가 조정된 RRU에서의 할당을 확정하고(712), 도5로 복귀한다. 최대 전력 제한 조건이 만족되지 않는 경우에는, 현 패킷의 서비스를 위한 할당은 실패한 것으로 간주되고(719), 도5의 과정으로 복귀한다.

- <192> 다중빔에서 동일한 확산코드 집합을 공유하는 시스템의 경우, 도7의 최대 GIR을 갖는 RRU를 선택하는 과정에서, [수학식 18]의 동일 확산코드 재사용 조건을 만족하는 추가 확인 과정을 포함할 수 있다. 이 경우, 최대 GIR을 갖는 RRU에서 동일 확산코드 재사용 조건을 만족하지 못하면, 해당 RRU는 존재하지 않는 것으로 간주된다.
- <193> 한편, 본 발명에 대하여 요약하면 다음과 같다.
- <194> 먼저, 순방향 링크의 전송 프레임을 주파수대역/시간슬롯/확산코드로 3차원적으로 분할하여 각 사용자 패킷 전송을 위해 공유되도록 하고, 각 사용자의 채널 상태에 따라 시스템 전송률을 최대화 하도록 분할된 무선 자원을 선택하는 방식을 제공한다.
- <195> 또한, 선택된 무선 자원을 이용한 각 패킷 전송에 대해, 각 사용자의 채널 상태에 따라 사용자 요구 사항을 만족시키면서 시스템 전송률을 최대화 하는 전송 전력 할당 방법을 제공한다.
- <196> 또한, 사용자 요구 사항과 채널 상태에 따른 적절한 무선 자원 할당을 한정된 시간 내에 수행할 수 있도록, 전송할 패킷들에 대한 우선 순위 결정 및 스케줄링, 각 패킷 전송을 위한 무선 자원의 선택, 선택된 무선 자원에서의 전송 전력 및 전송 방식의 할당으로 분할된 과정에 의해 수행하는 패킷 전송 할당 방법을 제공한다.
- <197> 또한, 실시간 서비스의 지원을 위해 임의의 무선 자원을 예약 사용하는 방법과 비실시간 서비스를 위해 무선 자원을 공유하여 사용하는 방법을 동시에 지원하는 패킷 전송 할당 방법을 제공한다.
- <198> 또한, 한정된 무선 자원을 효율적으로 활용하기 위해 채널 상태 및 트래픽 변화에 따라 저속에서 고속의 다양한 전송률을 갖는 전송 방식을 선택적으로 사용하는 패킷 전송 할당 방법을 제공한다.

- <199> 본 발명의 내용을 설명하는데 있어, 다중빔 위성 시스템에서 순방향 링크를 주 대상으로 설명하였으나, 본 발명의 무선 자원 할당 방법은 역방향 링크뿐만 아니라 지상 셀룰러 시스템에서도 동일하게 적용될 수 있다.
- <200> 상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 형태로 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다.
- <201> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【발명의 효과】

- <202> 상기한 바와 같은 본 발명은, 다중빔 위성통신시스템에서 다중빔 간섭을 최소화하고 고속 전송률을 갖는 패킷 전송 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에서의 적응형 패킷 전송 방법에 있어서,
사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔으로부터 전송되는 각 파일럿 신호에 대해 측정된
평균 수신 강도를 주기적으로 보고 받는 제1단계;
상기 파일럿 신호의 평균 수신 강도를 바탕으로 근접 섹터/빔과 상기 사용자 단말 사이의 전송
경로 이득을 추정하는 제2단계;
각 사용자를 위한 패킷 전송의 우선 순위를 결정하는 제3단계;
상기 제3단계에서 결정된 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷의 전송을 위해 각 사용자에게 대해
추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 최소의 전력이 요구되는 섹터/빔과 전송 프레임의 무
선 자원을 선택하고, 선택된 무선 자원에서 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을
사용하여 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 최소의 전력을 할당하는 제4단계;
및
사용 가능한 무선 자원과 전송 전력이 부족하거나, 할당할 패킷이 있으면 상기 제3단계로 진
행하는 제5단계
를 포함하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,
상기 사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔은,

해당 파일럿 신호의 평균 수신 신호대 총 간섭비가 최대인 섹터/빔인 소속 섹터/소속 빔과 최대 파일럿 신호대 총 간섭비에 1보다 작은 일정 비율을 곱한 값보다 파일럿 신호대 총 간섭비가 크거나 같은 파일럿 신호에 해당되는 섹터/빔으로 구성되는 활성 섹터 집합/활성 빔 집합에 속하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 제2단계는,

각 파일럿 신호 전송을 위해 사용된 전송 전력과 사용자 단말이 보고한 각 파일럿 신호의 평균 수신 전력의 비를 이용하여 사용자와 근접 섹터/빔 사이의 전송 경로 이득을 추정하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 무선 자원은,

일정 시간의 프레임을 기준으로 분할되고, 각 프레임은 시간 영역으로 하나 이상의 시간슬롯으로 분할되거나, 각 프레임에서 전송되는 신호는 다중 반송파를 통하여 전송되고, 주파수슬롯은 일정 수의 부반송파들을 구성되어, 주파수 영역으

로 하나 이상의 주파수슬롯으로 분할되거나, 각 프레임에서 전송되는 신호는 확산코드를 사용한 확산 전송으로 확산코드 영역으로 하나 이상의 확산코드로 분할되거나, 상기 프레임의 분할 방법 중 2가지 또는 3가지 방법을 결합하여 분할하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 적응형 패킷 전송 과정의 각 사용자를 위한 패킷 전송은,

서비스 요구 사항에 따라 하나 이상의 서비스 등급으로 분류되고, 각 서비스는 서비스 요구 사항에 따라 예약 할당 방식 서비스 또는 공유 할당 방식 서비스 중 하나가 되고, 매 전송 프레임에서의 무선 자원 할당에서, 예약 할당 방식 서비스에 속한 패킷 전송을 위해서는 서비스 초기 성립 시에 해당 서비스를 위해 미리 예약된 무선 자원을 사용하고, 미리 예약된 무선 자원 이외에 또 다른 전송이 요구될 경우에 초과되는 패킷 전송에 대해서는 공유 할당 방식 서비스를 위한 할당 방식에 의해 추가 무선 자원을 사용하도록 하고, 매 전송 프레임에서의 무선 자원 할당에서, 공유 할당 방식 서비스에 속한 패킷 전송과 예약 할당 방식 서비스에서 초과 발생한 패킷 전송을 위해서는 매 프레임 마다 각 패킷 전송을 위해 사용할 무선 자원을 선택하고, 선택될 수 있는 무선 자원은 현 프레임에서 예약 할당 방식 서비스에 의해 사용되지 않은 예약 무선 자원을 포함하여 사용되지 않은 무선 자원을 범위로 하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 제3단계는,

전송 우선 순위 결정에 있어서 각 패킷의 우선 순위 값은 하기 [수학식]에 의해 계산되고, 순위 값이 큰 순서대로 해당 패킷 전송을 위한 무선 자원 할당을 수행하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

[수학식]

$$w_{u,k} = (c_u)^{a1} (\gamma_{u,pilot})^{a2} (1/\bar{\gamma}_{u,pilot})^{a3} (1 + t_{current}/t_{k,deadline})^{a4}$$

여기서, c_u 는 사용자 u 의 서비스 등급, $\gamma_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR(Signal-to-Interference Ratio), $\bar{\gamma}_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR(Signal-to-Interference Ratio)의 평균, $t_{current}$ 는 현재 프레임의 시간, 그리고 $t_{k,deadline}$ 은 QoS 만족을 위해 패킷 k 가 전송되어야 할 최대 전송 시점이고, 지수 $a1$, $a2$, $a3$, $a4$ 는 임의의 양의 실수 값으로 패킷 우선 순위 결정에 있어 각 항목에 대한 의존도를 조절하기 위한 파라미터이다.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 전송 우선 순위 결정은,

전송 우선 순위 값 계산의 서비스 등급에 대해 상기 예약 할당 방식 서비스가 상기 공유 할당 방식 서비스보다 큰 값을 갖고, 상기 예약 할당 방식 서비스에서 예약된 무선 자원을 이용한 패킷 전송 이외에 추가적으로 요구되는 패킷에 대해서는 상기 공유 할당 방식 서비스와 대등한 서비스 등급을 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 전송 우선 순위 결정은,

전송 우선 순위 값 계산의 서비스 등급에 대해, 예약 할당 방식 서비스의 재전송 패킷이 가장 큰 서비스 등급 값을 갖고, 예약 할당 방식 서비스의 새로운 전송 패킷, 공유 할당 방식 서비스의 재전송 패킷, 공유 할당 방식 서비스의 새로운 전송 패킷의 순서로 큰 서비스 등급 값을 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 무선 자원은,

각 패킷의 전송을 위해 사용되며 하기 [수학식]에 의해 정의되는 이득대 간섭비

(Gain-to-Interference Ratio, GIR)이 최대가 되는 무선 자원이 선택되도록 하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

[수학식]

$$\hat{\phi}_{u,(b,s,l,m)} = \frac{\tilde{g}_{b,u}}{\hat{I}_{b,u,(s,l)} + \tilde{Z}_{b,u,(s,l)} + N_{noise}}$$

여기서,

$$\hat{I}_{b,u,(s,l)} = \kappa_1 \sum_{(b,s,l,i) \in V_{(b,l)}, i \neq m} P_{(b,s,l,i)} \tilde{g}_{b,u},$$

$$\tilde{Z}_{b,u,(s,l)} = \kappa_2 \sum_{j \in B_b, j \neq b} \sum_{(j,s,l,i) \in V_{(j,l)}, i \neq m} P_{(j,s,l,i)} \tilde{g}_{j,u} + \kappa_3 \sum_{j \in B_b, j \neq b} P_{(j,s,l,m)} \tilde{g}_{j,u},$$

B_b 는 빔 b 의 근접 빔 집합을 각각 나타낸다.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 무선 자원은,

선택 무선 자원 범위를 한정하기 위해, GIR이 계산되는 무선 자원은 상기 활성 섹터 집합/활성 빔 집합에 속한 섹터/빔의 무선 자원 만으로 한정하거나, 다르게는 소속 섹터/소속 빔의 무선 자원 만으로 한정하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 11】

제9항에 있어서,

상기 무선 자원의 GIR 계산은,

각 무선 자원의 GIR 계산을 빠르게 하기 위해, 간섭을 일으키는 섹터/빔의 범위를 고려되고 있는 무선 자원이 속한 근접 섹터/빔으로 한정하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 12】

제9항에 있어서,

상기 무선 자원은,

섹터/빔들에서 동일 직교 확산코드를 공유하는 경우, 하기 [수학식]의 직교 코드 재사용 조건을 만족하는 무선 자원을 선택 범위로 한정하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

[수학식]

$$\lambda_{SC} \geq \frac{\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)}}{\tilde{I}_{b,u,(s,l)} + \tilde{Z}_{b,u,(s,l)}}$$

여기서,

$\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)}$ 는 $\tilde{Z}_{b,u,(s,l,m)} = \kappa_3 \sum_{j \in B_u, j \neq b} P_{(j,s,l,m)} \tilde{g}_{j,u}$ 로 정의되는 동일 코드를 사용하는 타 빔으로부터의 간섭을 의미한다.

【청구항 13】

제1항에 있어서,

상기 전송 전력은,

하기 [수학식]의 전력 할당 방법에 의해 반복적으로 계산되는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

[수학식]

For $n = 1, 2, \dots, N_{itr}-1$

$$P_{(b,s,l,m)}(n+1) = \gamma_u \frac{1/SF}{\hat{\phi}_{u,(b,s,l,m)}(n)}, \quad (b,s,l,m) \in V_{(s,l)}$$

여기서 ,

N_{itr} 은 반복 회수,

$V_{(s,l)}$ 은 주파수 슬롯/시간 슬롯 (s,l) 에 속하는 단위 무선 자원들의 집합,

$$\hat{\phi}_{u,(b,s,l,m)}(n) = \frac{\tilde{g}_{b,u}}{\hat{I}_{b,u,(s,l)}(n) + \hat{Z}_{b,u,(s,l)}(n) + N_{noise}},$$

$$\hat{I}_{b,u,(s,l)}(n) = \kappa_1 \sum_{(b,s,l,i) \in V_{(b,s,l)}, i \neq m} P_{(b,s,l,i)}(n) \tilde{g}_{b,u},$$

$$\hat{Z}_{b,u,(s,l)}(n) = \kappa_2 \sum_{j \in B_1, j \neq b} \sum_{(j,s,l,i) \in V_{(j,s,l)}, i \neq m} P_{(j,s,l,i)}(n) \tilde{g}_{j,u} + \kappa_3 \sum_{j \in B_1, j \neq b} P_{(j,s,l,m)}(n) \tilde{g}_{j,u}$$

이다.

【청구항 14】

제1항에 있어서,

상기 무선 자원은,

전송 방식이 변조 방식과 부호화 방식의 조합으로 이루어지는 하나 이상의 전송 방식 중 하나이고, 무선 자원 할당에 있어서, 소정의 경우에는 상기 전송 방식 중 하나를 기본 전송 방식으로 하여 사용하고, 사용 가능한 무선 자원은 존재하나 기본 전송 방식으로는 사용 가능한 전력

이 부족한 경우, 선택된 패킷의 전송을 위해 전송률이 낮은 전송 방식을 사용하고, 사용 가능한 무선 자원은 부족하나 사용 가능한 전력이 존재할 경우, 상기 GIR이 가장 큰 사용자를 위해서 전송률이 높은 전송 방식을 사용하도록 하여 여분의 무선 자원을 얻고, 여분의 무선 자원에서 선택된 패킷이 전송되도록 하는 것을 특징으로 하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 15】

제1항에 있어서,

상기 제2단계는,

주기적으로 각 사용자로부터 보고된 파일럿 SIR에 대한 측정 보고를 바탕으로 각 사용자를 위한 활성 빔 집합을 갱신하고, 보고된 파일럿 신호의 수신 강도를 바탕으로 각 사용자에 대한 전송 경로 이득을 갱신하는 제6단계;

예약 할당 방식 서비스의 재전송 패킷들의 그룹, 예약 할당 방식 서비스의 새로운 전송 패킷들의 그룹, 공유 할당 방식 서비스의 재전송 패킷들의 그룹, 예약 할당 방식 서비스의 추가 전송 패킷과 공유 할당 방식 서비스의 새로운 전송 패킷들의 그룹 순서로 패킷 전송 우선 순위를 부여하고, 현 프레임에서 무선 자원 할당 시도가 실패한 서비스에 속하는 패킷을 제외하고, 동일 그룹에 속한 패킷들에 대해서는 하기 [수학식]을 이용하여 우선 순위 값을 계산하고, 가장 큰 우선 순위 값을 갖는 패킷을 선정하는 제7단계;

선정된 패킷이 없는 경우 현재 프레임에서의 무선 자원 할당 과정은 중단하고, 선정된 패킷이 있고 예약 할당 방식을 위한 패킷인 경우, 예약 할당 방식에 의한 무선 자원 할당 방법에 따라 선정된 패킷의 전송을 위한 무선 자원을 할당하는 제8단계;

선정된 패킷이 있고 예약 무선 자원 이상의 추가 전송을 요구하는 패킷이거나 공유 할당 방식 서비스의 패킷인 경우, 공유 할당 방식에 의한 무선 자원 할당 방법에 따라 선정된 패킷의 전송을 위한 무선 자원을 할당하는 제9단계;

무선 자원 할당이 성공한 경우, 할당된 전송량에 해당되는 패킷을 이후 할당에서 제외시키고, 상기 제7단계로 진행하는 제10단계;

예약 할당 방식에 의한 무선 자원 할당이 실패한 경우, 현재 프레임에서 해당 서비스를 위한 무선 자원 할당은 더 이상 시도되지 않도록 하고, 상기 제7단계로 진행하는 제11단계; 및 공유 할당 방식에 의한 무선 자원 할당이 실패한 경우, 현재 프레임에서 해당 서비스를 위한 무선 자원 할당은 더 이상 시도되지 않도록 하고, 상기 제7단계로 진행하는 제12단계를 포함하는 적응형 패킷 전송 방법.

[수학식]

$$w_{u,k} = (c_u)^{a1} (\gamma_{u,pilot})^{a2} (1/\bar{\gamma}_{u,pilot})^{a3} (1 + t_{current}/t_{k,deadline})^{a4}$$

여기서, c_u 는 사용자 u 의 서비스 등급, $\gamma_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR, $\bar{\gamma}_{u,pilot}$ 은 사용자 u 의 소속 빔의 파일럿 신호에 대한 수신 SIR의 평균, $t_{current}$ 는 현재 프레임의 시간, 그리고 $t_{k,deadline}$ 은 QoS 만족을 위해 패킷 k 가 전송되어야 할 최대 전송 시점이고, 지수 a , b , c , d 는 임의의 양의 실수 값으로 패킷 우선 순위 결정에 있어 각 항목에 대한 의존도를 조절하기 위한 파라미터이다.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 제9단계는,

현재 프레임에서 선정된 패킷이 속한 서비스에 대한 처음 시도되는 할당인 경우에는 해당 서비스의 전송 방식 선정을 기본 전송 방식으로 하고, 현재 프레임에서 선정된 패킷이 속한 서비스에 대한 패킷 전송 할당이 이미 존재하는 경우에는 기존 할당에서 선정된 전송 방식을 동일하게 사용하는 제13단계;

선정된 패킷의 서비스를 위해 예약되어 있는 무선 자원 중에서 최대 GIR을 갖고 이미 할당되지 않은 무선 자원을 선택하는 제14단계;

해당되는 무선 자원이 존재하지 않을 경우, 선정된 패킷에 대한 예약 할당은 실패한 것으로 간주하고, 해당 서비스를 위해 할당되지 않은 패킷들은 이후의 공유 할당 방식에 의한 무선 자원 할당에 따라 시도되도록 하는 제15단계;

해당되는 무선 자원이 존재하는 경우, 선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속하고 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 설정하는 제16단계;

선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 가를 검사하는 제17단계;

최대 전력 이하가 되면, 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속한 기존 할당들에 대한 전송 전력 변화를 포함하여 선택된 무선 자원에서 선정된 패킷의 전송을 위한 무선 자원 할당을 확정하는 제18단계;

최대 전력을 초과하고, 해당 서비스를 위해 현 프레임에서 이미 다른 무선 자원이 할당되었다면, 해당 서비스를 위한 현재 프레임에서의 이후 무선 자원 할당 시도는 이루어지지 않도록 하는 제19단계;

최대 전력을 초과하고, 해당 서비스를 위해 현 프레임에서 처음 시도되는 할당인 경우, 현재 프레임에서 해당 서비스를 위해 사용되는 전송 방식으로 낮은 전송률을 갖는 전송 방식을 잠정적으로 고려하고, 선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속하고 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 설정하는 제20단계;

선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 가를 검사하고, 최대 전력 이하가 되거나, 사용 가능한 최저 전송률을 갖는 전송 방식으로 무선 자원 할당을 시도할 때까지 상기 제20단계로 진행하는 제21단계;

상기 제21단계 최대 전력 이하가 되면 선택된 무선 자원에서의 선정된 전송 방식 및 전송 전력 그리고 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속하고 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 확정하는 제22단계; 및

상기 제21단계에서 사용 가능한 최저 전송률을 갖는 전송 방식에 대해서도 최대 전력 이하가 되지 않는 경우, 해당 서비스를 위한 현재 프레임에서의 이후 무선 자원 할당 시도는 이루어지지 않도록 하는 제23단계

를 포함하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 17】

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제10단계는,

현재 프레임에서 선정된 패킷이 속한 서비스에 대한 처음 시도되는 할당인 경우에는 해당 서비스의 전송 방식 선정을 기본 전송 방식으로 하고, 현재 프레임에서 선정된 패킷이 속한 서비스에 대한 패킷 전송 할당이 이미 존재하는 경우에는 기존 할당에서 선정된 전송 방식을 동일하게 사용하는 제24단계;

현재 프레임에서 사용 가능한 무선 자원 중에서 최대 GIR을 갖고 이미 할당되지 않은 무선 자원을 선택하는 제25단계;

해당 무선 자원이 존재하는 경우, 선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일한 슬롯에 속하는 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 설정하는 제26단계;

선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 가를 검사하는 제27단계;

최대 전력 이하가 되면, 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속한 기존 할당들에 대한 전송 전력 변화를 포함하여 선택된 무선 자원에서 선정된 패킷의 전송을 위한 무선 자원 할당을 확정하는 제28단계;

최대 전력을 초과하고, 해당 서비스를 위해 현 프레임에서 이미 다른 무선 자원이 할당되었다면, 해당 서비스를 위한 현재 프레임에서의 이후 무선 자원 할당 시도는 이루어지지 않도록 하는 제29단계;

최대 전력을 초과하고, 해당 서비스를 위해 현 프레임에서 처음 시도되는 할당인 경우, 현재 프레임에서 해당 서비스를 위해 사용되는 전송 방식으로 낮은 전송률을 갖는 전송 방식을 잠정적으로 고려하고, 선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속하고 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 설정하는 제30단계;

선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 가를 검사하고, 최대 전력 이하가 되거나, 사용 가능한 최저 전송률을 갖는 전송 방식으로 무선 자원 할당을 시도할 때까지 상기 제30단계로 진행하는 제31단계;

상기 제31단계에서 최대 전력 이하가 되면 선택된 무선 자원에서의 선정된 전송 방식 및 전송 전력 그리고 선택된 무선 자원과 동일한 슬롯에 속하고 이미 할당된 무선 자원에서의 전송 전력을 확정하는 제32단계;

상기 제31단계에서 사용 가능한 최저 전송률을 갖는 전송 방식에 대해서도 최대 전력 이하가 되지 않는 경우, 해당 서비스를 위한 현재 프레임에서의 이후 무선 자원 할당 시도는 이루어지지 않도록 하는 제33단계;

상기 제25단계에서 해당 무선 자원이 존재하지 않는 경우, 현재 프레임에서 이미 할당된 무선 자원에서 최대 GIR을 갖고 사용 가능한 최고 전송률을 갖는 전송 방식을 사용하지 않는 서비스를 선정하는 제34단계;

해당되는 서비스가 존재하지 않는 경우, 현재 프레임에서 선정된 패킷이 속하는 서비스에 대한 할당은 더 이상 시도되지 않도록 하는 제35단계;

해당되는 서비스가 존재하는 경우, 해당 서비스의 전송 방식으로 전송률이 높은 전송 방식으로 잠정적으로 설정하고 해당 서비스를 위해 사용되는 무선 자원을 재조정하고, 사용되지 않는 무선 자원이 존재하거나 최고 전송률을 갖는 전송 방식을 사용할 때까지 이전보다 전송률이 높은 전송 방식을 사용하는 제36단계;

상기 제36단계에서 최고 전송률을 갖는 전송 방식을 사용할 때까지 사용되지 않는 무선 자원이 존재하지 않는 경우, 현재 선택된 패킷이 속한 서비스에 대해 현재 프레임에서 더 이상의 할당은 시도되지 않도록 하는 제37단계;

상기 제36단계에서 사용되지 않는 무선 자원이 존재하는 경우, 해당 무선 자원에서 현재 선택된 패킷 전송을 위한 전송 전력을 포함하여, 전송 방식이 조절된 기존 할당에 대한 전송 전력을 설정하는 제38단계;

선택된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 것과, 전송 방식이 조절된 무선 자원에서의 전송 전력을 포함하여 동일 시간 슬롯에 속한 다른 무선 자원을 위해 할당된 전송 전력의 합이 사용 가능한 최대 전력 이하가 되는 가를 검사하는 제39단계;

최대 전력 이하가 되는 경우, 선택된 무선 자원에서의 패킷 전송 할당과, 전송 방식이 조절된 무선 자원에서의 패킷 전송 할당을 확정하는 제40단계;

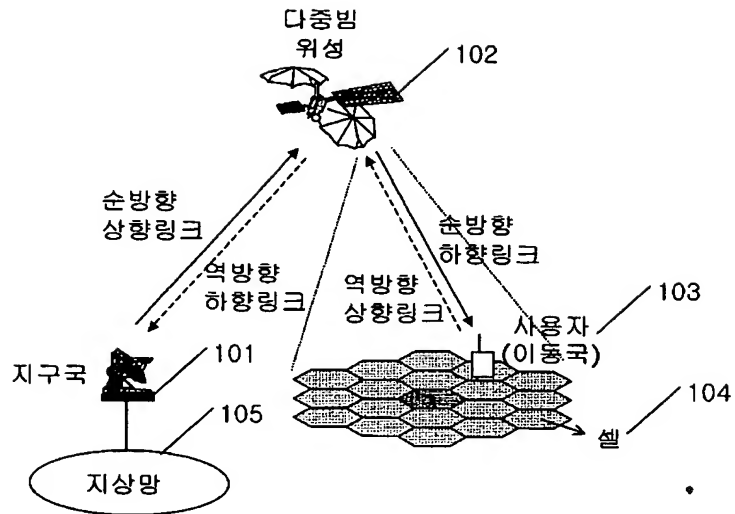
최대 전력 이하가 되지 않는 경우, 상기 제36단계로 진행하는 제41단계를 포함하는 적응형 패킷 전송 방법.

【청구항 18】

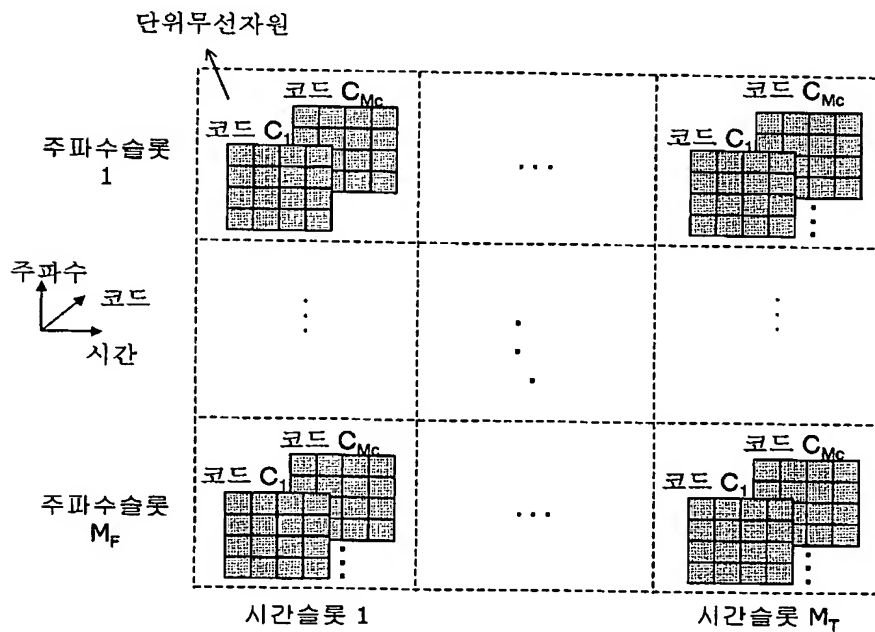
적응형 패킷 전송을 위한 다중 빔 위성을 이용한 셀룰러 이동통신시스템에,
 사용자 단말로부터 근접한 다수의 섹터/빔으로부터 전송되는 각 파일럿 신호에 대해 측정된
 평균 수신 강도를 주기적으로 보고 받는 제1기능;
 상기 파일럿 신호의 평균 수신 강도를 바탕으로 근접 섹터/빔과 상기 사용자 단말 사이의 전송
 경로 이득을 추정하는 제2기능;
 각 사용자를 위한 패킷 전송의 우선 순위를 결정하는 제3기능;
 상기 제3기능에서 결정된 우선 순위에 따라 선택된 각 패킷의 전송을 위해 각 사용자에게 대해
 추정된 상기 전송 경로 이득을 사용하여 최소의 전력이 요구되는 섹터/빔과 전송 프레임의 무
 선 자원을 선택하고, 선택된 무선 자원에서 각 사용자에게 대해 추정된 상기 전송 경로 이득을
 사용하여 특정 패킷 수신 품질을 만족시키기 위해 요구되는 최소의 전력을 할당하는 제4기능;
 및
 사용 가능한 무선 자원과 전송 전력이 부족하거나, 할당할 패킷이 있으면 상기 제3기능으로 진
 행하는 제5기능
 을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

【도면】

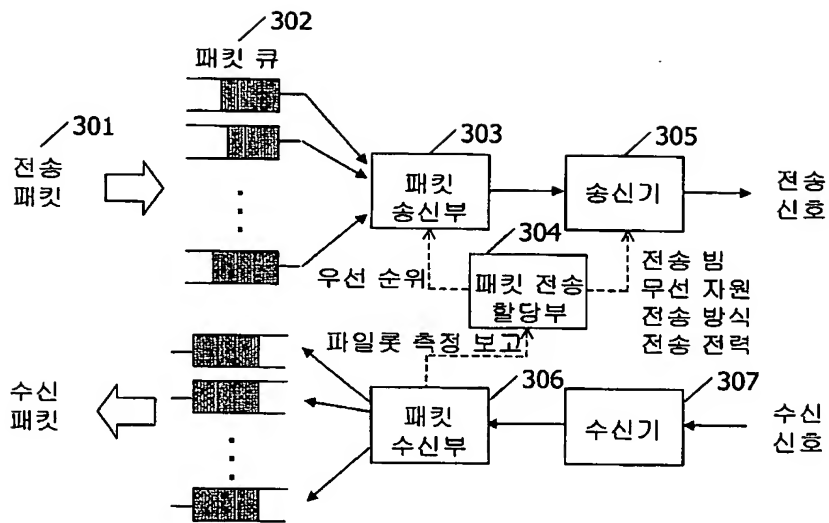
【도 1】



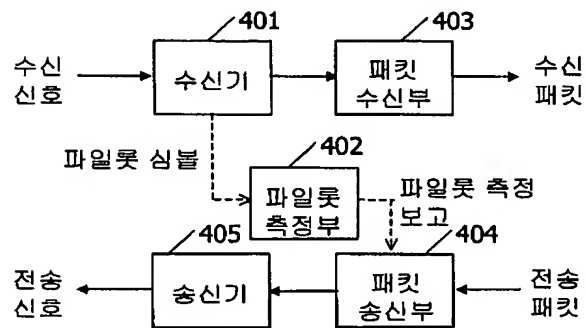
【도 2】



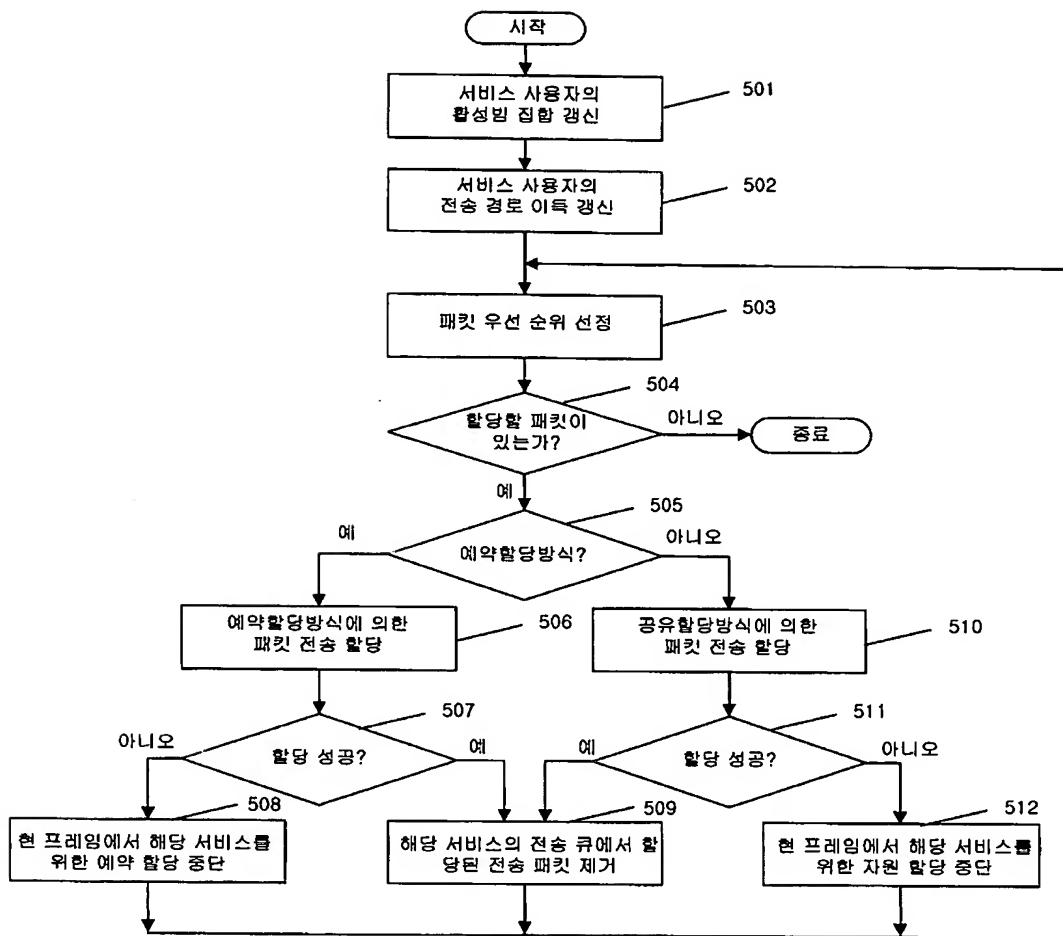
【도 3】



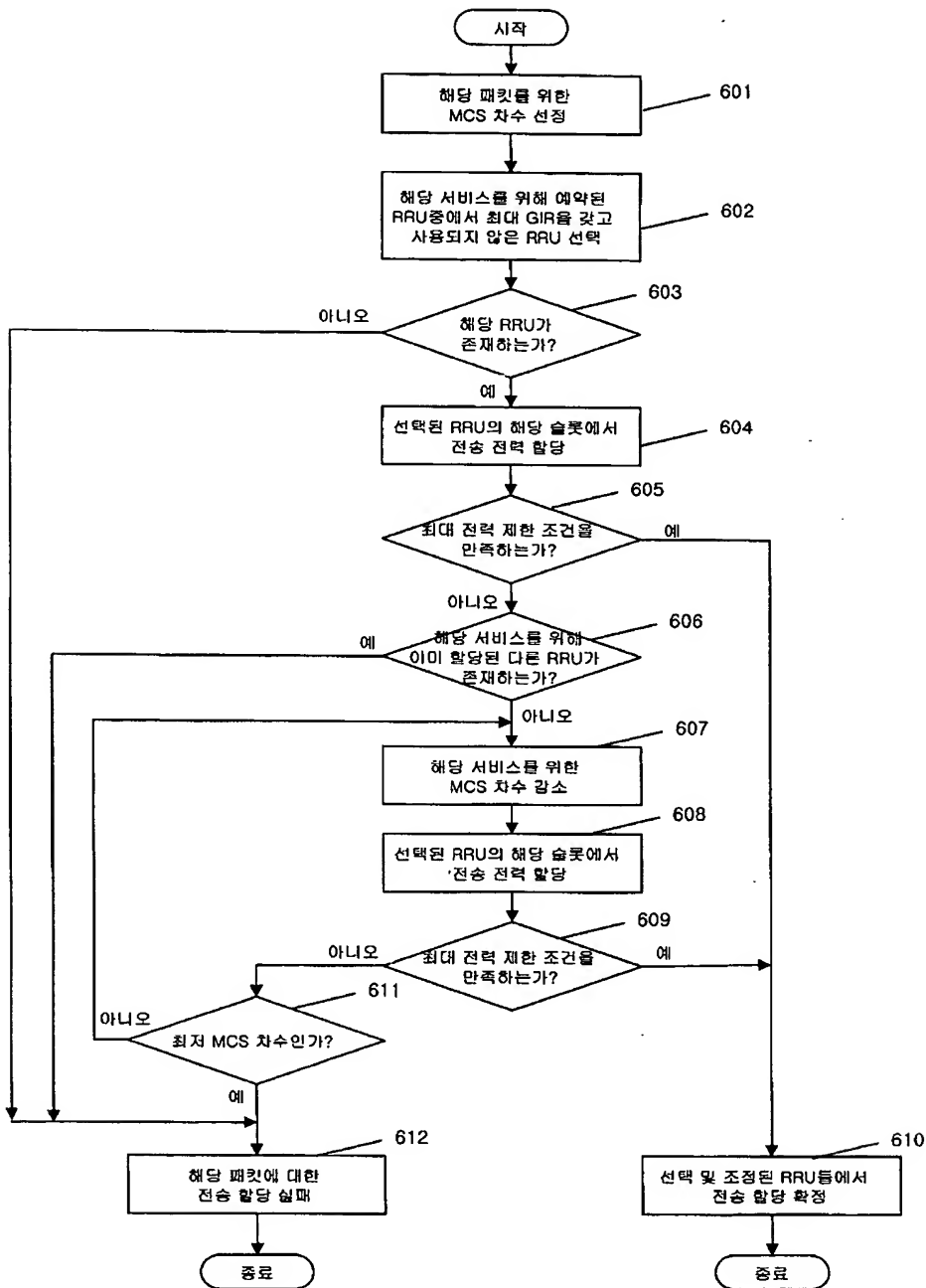
【도 4】



【도 5】



【도 6】





【도 7】

